

(12) Official Gazette of Unexamined Patent Application (A)

(19) Japan Patent Office (JP)

(11) Publication No.: H08-500524

(43) Publication Date: January 23, 1996

(51) Int. Cl. 6: B02C 19/10  
7/02

(54) Title of the Invention: METHODS AND APPARATUS FOR  
HIGH-SHEAR MATERIAL TREATMENT

(21) Patent Application. No.: H06-506585

(86) (22) Filing Date: August 24, 1993

(85) Translation Submitting Date: February 27, 1995

(86) International Appln. No.: PCT/US93/07931

(87) International Pub. No.: WO94/04275

(87) International Pub. Date: March 3, 1994

(31) Priority Document: 935,277

(32) Priority Date: August 26, 1992

(33) Priority State: US

(81) Designated States: EP (AT, BE, CH, DE, DK, ES, FR, GB, GR, IE, IT,  
LU, MC, NL, PT, SE), CA, JP, US

(71) Applicant: Richard A. HOLL  
California 93030 U.S.A

(72) Inventor: Richard A. HOLL  
California 93030 U.S.A

(A set of English claims available at the Japanese Patent Office and bibliographic data regarding the subject international application are attached hereto.)



Search result: 1 of 1

**(WO/1994/004275) METHODS AND APPARATUS FOR HIGH-SHEAR MATERIAL TREATMENT**

Biblio. Data	Description	Claims	National Phase	Notices	Documents
--------------	-------------	--------	----------------	---------	-----------

**Latest published bibliographic data**

**Publication No.:** WO/1994/004275  
**Publication Date:** 03.03.1994

**International Application No.** PCT/US1993/007931  
**International Filing Date:** 24.08.1993

**Int. Class.<sup>8</sup>:** B01F 3/12, B01F 7/00, B01F 11/02, B02C 7/02, B02C 17/16, B02C 19/18.

**Applicant:** HOLL, Richard, A..

**Inventor:** HOLL, Richard, A..

**Priority Data:** 935,277 26.08.1992 US

**Title:** (EN) METHODS AND APPARATUS FOR HIGH-SHEAR MATERIAL TREATMENT  
(FR) PROCÉDES ET APPAREIL DE TRAITEMENT DE MATERIAUX PAR FORT CISAILEMENT

**Abstract:** (EN) High-shear treated materials are passed through a high-shear treatment zone which allows the coexistence of free supra-Kolmogoroff eddies larger than the smallest possible Kolmogoroff eddy diameter and forced sub-Kolmogoroff eddies smaller than this diameter. This zone includes a subsidiary higher-shear zone for suppressing these free eddies. The passage walls (40, 44, 102, 108) move relative to one another transverse to the flow to force the simultaneous development of supra-Kolmogoroff and sub-Kolmogoroff eddies while maintaining liquid films adherent to the passage surfaces. The movement produces only forced sub-Kolmogoroff eddies in the subsidiary zone while maintaining a non-turbulent flow. Ultrasonic oscillations (52) may be applied to cause elastohydrodynamic pressure and viscosity increases and/or production of smaller sub-Kolmogoroff eddies. One apparatus includes an inner cylinder rotatable (46) inside a hollow outer cylinder (38), another consists of two circular coaxial plates, and the rotational axis can be vertical or horizontal.

(FR) On fait passer des matériaux traités par fort cisaillement dans une zone de traitement par fort cisaillement permettant la coexistence de tourbillons supra-Kolmogoroff libres plus grands que le diamètre de tourbillons kolmogoroff le plus petit possible, et de tourbillons sub-Kolmogoroff forcés plus petits que ce diamètre. Cette zone comprend une zone de cisaillement supérieure auxiliaire destinée à supprimer ces tourbillons libres. Les parois de passage (40, 44, 102, 108) sont mobiles les unes par rapport aux autres transversalement par rapport au flux, afin de forcer le développement simultané de tourbillons supra-Kolmogoroff et sub-Kolmogoroff, tout en maintenant l'adhésion de films liquides aux surfaces des passages. Le mouvement produit uniquement des tourbillons sub-Kolmogoroff forcés dans la zone auxiliaire, tout en maintenant un flux non turbulent. On peut appliquer des oscillations ultrasonores (52) afin de provoquer des augmentations de pression et de viscosité élastohydrodynamique et/ou la production de tourbillons sub-Kolmogoroff plus petits. Un appareil comprend un cylindre intérieur (46) rotatif à l'intérieur d'un cylindre extérieur (38) creux, un autre appareil se compose de deux plaques coaxiales circulaires, et l'axe de rotation peut être vertical ou horizontal.

**Designated**

**States:** CA, JP, US, AT, BE, CH, DE, DK, ES, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE.

## NOTICES \*

JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

## CLAIMS

## [Claim(s)]

1. It is Demarcated between Two Path Sides (102 Respectively 40, 44, or 108) Which are Offered by Each Mill Member (100 Respectively 38, 46, or 106) and by Which Isolation Arrangement was Approached and Carried Out. Had the process which lets the ingredient which should be processed in the passage constituted by the path (42 or 116) which has an inlet port (68) and an outlet (70) pass to a flow direction. In the high shear art of the fluid ingredient which consists of at least two components whose one side is liquids Passage A free super-COL MOGOROFU eddy with larger spacing between a path and a side (102 40, 44, or 108) than the diameter of the minimum Kolmogorov eddy of a flow ingredient, It has the overall-height shear processing zone which can make the energized \*\* Kolmogorov eddy smaller than the diameter of the minimum Kolmogorov eddy live together. An overall-height shear processing zone It has at least the part to which spacing of a path is smaller than the remaining part of an overall-height shear processing zone so that the subprocessing zone of an one-layer quantity shear where a free super-COL MOGOROFU eddy is controlled in the case of passage of an ingredient may be offered. The path side which moves a liquid film in the direction where the mill member of each other is moved relatively, and intersects a flow direction in a mill path side (102 40, 44, or 108) while ingredient is moving the overall-height shear processing zone relatively (102 40, 44, or 108)

By moving relatively mutually with relative velocity which energizes coincidence formation with a super-COL MOGOROFU eddy and a \*\* Kolmogorov eddy so that an ingredient may be processed on a super-micron and submicron scale, it being alike and carrying out covering maintenance A processing ingredient is made as much as possible into homogeneity. High shear art of the fluid ingredient characterized by forming only the \*\* Kolmogorov eddy energized while the starting relative motion held the non-turbulent flow condition in the subprocessing zone of much more a high shear.

2. the subprocessing zone of much more a high shear be an approach given in the 1st term of a claim characterize by having the gap (G) of a minimum interval between path sides (102 40, 44, or 108) so that a processing operation may be raise by decreasing gradually and raising the viscosity of an ingredient locally so that spacing of a path side may form hydrodynamic pressure in a flow ingredient.

3. An overall height shear processing zone be an approach given in the 2nd term of a claim characterize by have the gap (H) of the maximum spacing further between the path sides (102 40, 44, or 108) which enlarge spacing of a path side gradually, and cycle change of the thickness of the cross section of a path face-to-face flow ingredient arise by path face-to-face relative motion.

4. Spacing between Path and Side (102 40, 44, or 108) in Gap G by Which Isolation Arrangement was Approached and Carried Out is Path Side [ in / it is in the Range of 1 Micrometer thru/or 5mm, and / Gap H ] (102 40, 44, or 108) by Which Isolation Arrangement was Approached and Carried Out.

Spacing of a between is an approach given in the 3rd term of a claim used for mixing of the taking object of the component of the ingredient characterized by being in the range of 2mm thru/or 2cm, and/or a carrier liquid.

5. Spacing between a path and the side (102 40, 44, or 108) in an overall-height shear processing zone by which isolation arrangement was approached and carried out is an approach given in either the claim 1st characterized by being in 0.1 thru/or the range of 500 micrometers thru/or the 3rd term.

6. Spacing between a path and the side (102 40, 44, or 108) in the subprocessing zone of much more a high shear by which isolation arrangement was approach and carried out is an approach given in the 5th term of a claim characterize by set among both the liquid film put on the path side move relatively to perform an interaction without an interlayer mutually.

7. spacing between a path and the side (102 40, 44, or 108) in the subprocessing zone of much more a high shear by which isolation arrangement be approach and carried out be an approach given in the claim 5th or the 6th term use for grinding of the solid-state powder ingredient took to the carrier liquid characterize by be the maximum grain size by which an ingredient should be grind.

8. A mill member (100 38, 46, or 106) is an approach given in either the claim 1st characterized by being moved so that per [ 0.5 ] part thru/or the phase twisted-pair-line rate of 200 meters may be formed between the path sides (102 40, 44, or 108) by which isolation arrangement was approached and carried out thru/or the 7th term.

9. Hollow Outside Cylinder to which Mill Member (38 46) was Fixed (38). It is the outside cylinder (46) which was attached in the fixed hollow outside cylinder so that it might rotate focusing on axis of rotation (50) of a longitudinal direction and which can be rotated. Two cylinders are approaches given in either the claim 1st characterized by being attached so that axis of rotation may be intersected, it may

move relatively mutually and spacing between passage and two sides (40 44) which counter may be changed thru/or the 8th term.

10. The subprocessing zone of much more a high shear between mill members (38 46) is an approach given in the 9th term of a claim characterized by being formed between the flat surface part (98) of the inside (40) of a fixed hollow outside cylinder (38), and the cylinder surface part (44) of the inside cylinder (46) which can be rotated, and raising convergence of two surface parts (44 98).

11. Mill Member (100 106) is Attached so that it May Rotate Relatively Mutually focusing on Common Axis of Rotation (110 or 128) passing through Core. A path side (102 40, 44, or 108) is constituted by the front face where two plates counter. A plate is an approach given in either the claim 1st characterized by being attached so that it may move relatively mutually along with axis of rotation again and the distance between two opposed faces may be changed thru/or the 8th term.

12. An overall-height shear processing zone and the subprocessing zone of much more a high shear are an approach given in either the claim 1st characterized by having the same flare mutually thru/or the 11th term.

13. an approach given in either the claim 1st characterize by be impress by the wall of the path in an overall height shear processing zone so that a processing operation may be raise, when the increment in the local viscosity by elastic hydrodynamics squeeze film operation [ in / in vertical pressure vibration / a liquid film ] arise in an ingredient thru/or the 12th term.

14. an approach given in the claim 1st thru/or the 12th term characterize by be impress by the wall of the path in an overall height shear processing zone so that a processing operation may be raise, when the increment in the local viscosity by the energized \*\* Kolmogorov eddy [ in / in vertical pressure vibration / an ingredient ] arise in an ingredient.

15. Equipment Frame (34) It is Attached in Equipment Frame (34). and So that the circulation way (respectively 42 or 116) which constitutes the passage which pours the ingredient which has an inlet port (68) and an outlet (70) and should be processed may be formed It has the 1st [ which offers the 1st and 2nd path sides (102 40, 44 or 108) by which approached mutually and isolation arrangement was carried out ], and 2nd mill members (100 38, 46, or 106). In the high shear processor of the fluid ingredient which consists of at least two components whose one side is liquids Passage A free super-COL MOGOROFU eddy with larger spacing between a path and a side (102 40, 44, or 108) than the diameter of the minimum Kolmogorov eddy of a flow ingredient. It has the overall-height shear processing zone which can make the energized \*\* Kolmogorov eddy smaller than the diameter of the minimum Kolmogorov eddy live together. An overall-height shear processing zone It has at least the part to which spacing of a path is smaller than the remaining part of an overall-height shear processing zone so that the subprocessing zone of an one-layer quantity shear where a free super-COL MOGOROFU eddy is controlled in the case of passage of an ingredient may be offered. motor means is connected at least to one side of a mill member (46 or 106). In the direction which intersects a flow direction, the 1st and 2nd path sides (respectively 44 or 108) So that an ingredient may be processed on a super-micron and submicron scale, carrying out covering maintenance of the liquid film in the path side (102 40, 44, or 108) moved relatively By moving a member so that it may move relatively mutually with relative velocity which energizes coincidence formation with a super-COL MOGOROFU eddy and a \*\* Kolmogorov eddy A processing ingredient is made as much as possible into homogeneity. High shear processor of the fluid ingredient characterized by forming only the \*\* Kolmogorov eddy energized while the starting relative motion held the non-turbulent flow condition in the subprocessing zone of much more a high shear.

16. the subprocessing zone of much more a high shear be given in the 15th term of a claim characterize by having the gap (G) of a minimum interval between path sides (102 40, 44, or 108) so that a processing operation may be raise by decreasing gradually and raising the viscosity of an ingredient locally so that spacing of a path side may form hydrodynamic pressure in a flow ingredient.

17. An overall height shear processing zone be equipment given in the 16th term of a claim characterize by have the gap (H) of the maximum spacing further between the path sides (102 40, 44, or 108) which enlarge spacing of a path side gradually, and cycle change of the thickness of the cross section of a path face-to-face flow ingredient arise by path face-to-face relative motion.

18. Spacing between Path and Side (102 40, 44, or 108) in Gap G by Which Isolation Arrangement was Approached and Carried Out is in the Range of 1 Micrometer thru/or 5Mm. Spacing between a path and the side ( 102 40, 44, or 108) in a gap H by which isolation arrangement be approach and carried out be equipment given in the 17th term of a claim use for mixing of the taking object of the component of the ingredient characterize by be in the range of 2mm thru/or 2cm, and/or a carrier liquid.

19. Spacing between a path and the side (102 40, 44, or 108) in an overall-height shear processing zone by which isolation arrangement was approached and carried out is equipment given in either the claim 15th characterized by being in 0.1 thru/or the range of 500 micrometers thru/or the 18th term.

20. A mill member (100 38, 46, or 106) is equipment given in either the claim 15th characterized by being moved by the motor means so that per [ 0.5 ] part thru/or the phase twisted-pair-line rate of 200 meters may be formed between the path sides (102 40, 44, or 108) by which isolation arrangement was approached and carried out thru/or the 19th term.

21. Hollow Outside Cylinder to which Mill Member (38 46) was Fixed (38), It is the outside cylinder (46) which was attached in the fixed hollow outside cylinder so that it might rotate focusing on axis of rotation (50) of a longitudinal direction and which can be rotated. Two cylinders are equipment given in either the claim 15th characterized by being attached so that axis of rotation may be intersected, it may move relatively mutually and spacing between passage and two sides (40 44) which counter may be changed thru/or the 20th term.

22. The subprocessing zone of much more a high shear between mill members (38 46) is equipment given in the 21st term of a claim characterized by being formed between the flat surface part (98) of the inside (40) of a fixed hollow outside cylinder (38), and the cylinder surface part (44) of the inside cylinder (46) which can be rotated, and raising convergence of two surface parts (44 98).
23. Mill Member (100 106) is Attached so that it May Rotate Relatively Mutually focusing on Common Axis of Rotation (110 or 128) passing through Core. A path side (102 40, 44, or 108) is constituted by the front face where two plates counter. A plate is equipment given in either the claim 15th characterized by being attached so that it may move relatively mutually along with axis of rotation again and the distance between two opposed faces may be changed thru/or the 20th term.
24. For an overall-height shear processing zone and the subprocessing zone of much more a high shear, by being mutually [ evenly ] parallel, the path side (102 108) of a mill member is equipment given in the 23rd term of a claim characterized by having the same flare mutually.
25. equipment given in either the claim 15 characterize by connect with the wall of the circulation way of an overall height shear processing zone so that vertical pressure vibration be impress to an ingredient, in order that the converter (52) which generate pressure vibration of at least one length raise a processing operation by make the local viscosity of an ingredient increase by the elastic hydrodynamic squeeze film operation in a liquid film thru/or 24 term
26. equipment given in either the claim 15th characterize by connecting with the wall of the circulation way of an overall height shear processing zone so that vertical pressure vibration be impress to an ingredient, in order that the converter (52) which generate pressure vibration of at least one length raise a processing operation by forming the \*\* Kolmogorov eddy which energize in an ingredient thru/or the 24th term
27. The path side (102 40, 44, or 108) by which the mill member (100 38, 46, or 106) approached, and isolation arrangement was carried out is equipment given in either the claim 15th which it has M expressed with  $M=F/R$  of the range of 1 thru/or 5, and F is the thickness of the film of a path side, and is characterized by R being surface roughness thru/or the 26th term.
28. The path side (102 40, 44, or 108) by which isolation arrangement was approached and carried out is equipment given in the 27th term of a claim characterized by being beyond gloss-less mirror plane finishing.

---

[Translation done.]

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公表特許公報 (A)

(11)特許出願公表番号

特表平8-500524

(43)公表日 平成8年(1996)1月23日

(51)Int.Cl.<sup>6</sup>

B 0 2 C 19/10  
7/02

識別記号

庁内整理番号

B 9263-4D  
9263-4D

F I

審査請求 未請求 予備審査請求 有 (全 48 頁)

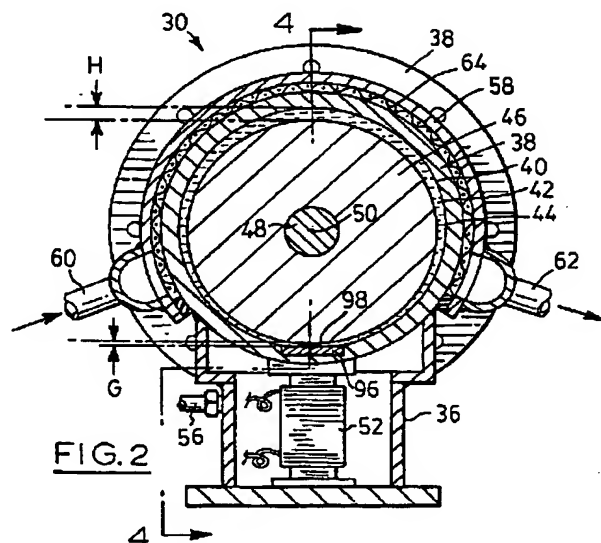
(21)出願番号 特願平6-506585  
(86)(22)出願日 平成5年(1993)8月24日  
(85)翻訳文提出日 平成7年(1995)2月27日  
(86)国際出願番号 PCT/US93/07931  
(87)国際公開番号 WO94/04275  
(87)国際公開日 平成6年(1994)3月3日  
(31)優先権主張番号 935, 277  
(32)優先日 1992年8月26日  
(33)優先権主張国 米国 (US)  
(81)指定国 EP(AT, BE, CH, DE, DK, ES, FR, GB, GR, IE, IT, LU, M C, NL, PT, SE), CA, JP, US

(71)出願人 ホール, リチャード・エー.  
アメリカ合衆国93030カリフォルニア州・  
オキナード, イーストリッジ・トレール,  
2183  
(72)発明者 ホール, リチャード・エー.  
アメリカ合衆国93030カリフォルニア州・  
オキナード, イーストリッジ・トレール,  
2183  
(74)代理人 弁理士 薬師 稔 (外1名)

(54)【発明の名称】 高剪断材料処理方法および装置

(57)【要約】

高剪断処理された材料を最小の可能なコルモゴロフ渦の直径よりも大きい自由な超コルモゴロフ渦と、この直径よりも小さい付勢された準コルモゴロフ渦とを共存させることができる高剪断処理ゾーンを通過させる。このゾーンは、これらの渦を抑制する一層高剪断の副処理ゾーンを含む。通路の壁(40、44、102、108)が流れと交差して互いに相対的に動くことにより、液体フィルムを通路の面に被着保持させた状態で、超コルモゴロフ渦と準コルモゴロフ渦との同時形成を付勢する。この動きにより、非乱流を保持した状態で副処理ゾーンに付勢された準コルモゴロフ渦だけを形成する。超音波振動を弾性流体力学的圧力に印加して、粘度の上昇および/または一層小さい準コルモゴロフ渦の形成を行なわせる。一の装置は、中空の外側シリンダ(38)の内側に回転自在の内側シリンダ(46)を備え、別の装置は、2つの円形の共軸をなすプレートからなり、回転軸線は垂直または水平とすることができる。



**【特許請求の範囲】**

1. それぞれのミル部材（それぞれ38、46または100、106）によって提供される2つの接近して離隔配置された通路面（それぞれ40、44または102、108）間に画定され、入口（68）と出口（70）とを有する通路（42または116）により構成される流路に処理されるべき材料を流れ方向に通す工程を備えた、一方が液体である少なくとも2つの成分からなる流動性材料の高剪断処理方法において、

流路は、通路面（40、44または102、108）間の間隔が流動材料の最小のコルモゴロフ渦の直径よりも大きい自由な超コルモゴロフ渦と、最小のコルモゴロフ渦の直径よりも小さい付勢された準コルモゴロフ渦とを共存させることができる全高剪断処理ゾーンを有し、

全高剪断処理ゾーンは、材料の通過の際に自由な超コルモゴロフ渦が抑制される一層高剪断の副処理ゾーンを提供するように通路の間隔が全高剪断処理ゾーンの残りの部分よりも小さくなっている部分を少なくとも有し、

材料が全高剪断処理ゾーンを動いているときにミル部材が互いに相対的に動かされてミル通路面（40、44または102、108）を流れ方向と交差する方向へ、液体フィルムを相対的に動く通路面（40、44または102、108）に被着保持しながら超ミクロンおよびサブミクロンのスケールで材料を処理するように超コルモゴロフ渦と準コルモゴロフ渦との同時形成を付勢するような相対速度で互いに相対的に動かすことにより、処理材料をできるだけ均一にし、

かかる相対的な動きが非乱流状態を保持しながら付勢された準コルモゴロフ渦だけを一層高剪断の副処理ゾーンにおいて形成することを特徴とする流動性材料の高剪断処理方法。

2. 一層高剪断の副処理ゾーンは通路面の間隔が流動材料に流体力学的圧力を形成するように徐々に減少して材料の粘度を局部的に上昇させることにより処理作用を高めるように通路面（40、44または102、108）間に最小間隔のギャップ（G）を有することを特徴とする請求の範囲第1項に記載の方法。

3. 全高剪断処理ゾーンは更に、通路面の間隔を徐々に大きくする通路面（40、44または102、108）間に最大間隔のギャップ（H）を有し、通路面間

の相対的な動きにより通路面間の流動材料の横断面の厚さのサイクル変化が生ずることを特徴とする請求の範囲第2項に記載の方法。

4. ギャップGにおける接近して離隔配置された通路面(40、44または102、108)間の間隔は1マイクロメートル乃至5mmの範囲にあり、ギャップHにおける接近して離隔配置された通路面(40、44または102、108)間の間隔は2mm乃至2cmの範囲にあることを特徴とする材料および／またはキャリア液体の成分の連行物の混合に使用する請求の範囲第3項に記載の方法。

5. 全高剪断処理ゾーンにおける接近して離隔配置された通路面(40、44または102、108)間の間隔は0.1乃至500マイクロメートルの範囲にあることを特徴とする請求の範囲第1乃至3項のいずれかに記載の方法。

6. 一層高剪断の副処理ゾーンにおける接近して離隔配置された通路面(40、44または102、108)間の間隔は相対的に動く通路面に被着する液体フィルムが両者間に中間層なしに互いに相互作用を行なうように定められることを特徴とする請求の範囲第5項に記載の方法。

7. 一層高剪断の副処理ゾーンにおける接近して離隔配置された通路面(40、44または102、108)間の間隔は材料が粉砕されるべき最大粒度であることを特徴とするキャリア液体に連行された固体粉末材料の粉砕に使用する請求の範囲第5または6項に記載の方法。

8. ミル部材(38、46または100、106)は接近して離隔配置された通路面(40、44または102、108)間に分当たり0.5乃至200メートルの相対線速度を形成するように動かされることを特徴とする請求の範囲第1乃至7項のいずれかに記載の方法。

9. ミル部材(38、46)は、固定された中空外側シリンダ(38)と、長手方向の回転軸線(50)を中心に回転するように固定中空外側シリンダ内に取着された回転自在の外側シリンダ(46)であり、2つのシリンダは回転軸線と交差して互いに相対的に動いて2つの対向する流路面(40、44)間の間隔を変えるように取着されていることを特徴とする請求の範囲第1乃至8項のいずれかに記載の方法。



10. ミル部材(38、46)間の一層高剪断の副処理ゾーンは、固定中空外側シリンダ(38)の内面(40)の平坦面部(98)と回転自在の内側シリンダ(46)の円筒面部(44)との間に形成されて2つの面部(44、98)の収斂を高めることを特徴とする請求の範囲第9項に記載の方法。

11. ミル部材(100、106)は中心を通る共通の回転軸線(110または128)を中心に互いに相対的に回転するように取着され、通路面(40、44または102、108)は2つのプレートの対向する表面によって構成され、プレートはまた回転軸線に沿って互いに相対的に動いて2つの対向面間の距離を変えるように取着されていることを特徴とする請求の範囲第1乃至8項のいずれかに記載の方法。

12. 全高剪断処理ゾーンと一層高剪断の副処理ゾーンは互いに同一の拡がりをもつことを特徴とする請求の範囲第1乃至11項のいずれかに記載の方法。

13. 縦の圧力振動が、液体フィルムにおける弾性流体力学スクイーズフィルム作用による局部粘度の増加が材料において生ずることにより処理作用を高めるように全高剪断処理ゾーンにおける通路の壁に印加されることを特徴とする請求の範囲第1乃至12項のいずれかに記載の方法。

14. 縦の圧力振動が、材料における付勢された準コルモゴロフ渦による局部粘度の増加が材料において生ずることにより処理作用を高めるように全高剪断処理ゾーンにおける通路の壁に印加されることを特徴とする請求の範囲第1乃至12項に記載の方法。

15. 装置フレーム(34)と、

装置フレーム(34)に取着され、かつ、入口(68)と出口(70)とを有し処理されるべき材料を流す流路を構成する流通路(それぞれ42または116)を形成するように互いに接近して離隔配置された第1および第2の通路面(40、44または102、108)を提供する第1および第2のミル部材(38、46または100、106)とを備え、一方が液体である少なくとも2つの成分からなる流動性材料の高剪断処理装置において、

流路は、通路面(40、44または102、108)間の間隔が流動材料の最小のコルモゴロフ渦の直径よりも大きい自由な超コルモゴロフ渦と、最小のコル

モゴロフ渦の直径よりも小さい付勢された準コルモゴロフ渦とを共存させることができる全高剪断処理ゾーンを有し、

全高剪断処理ゾーンは、材料の通過の際に自由な超コルモゴロフ渦が抑制される一層高剪断の副処理ゾーンを提供するように通路の間隔が全高剪断処理ゾーンの残りの部分よりも小さくなっている部分を少なくとも有し、

モータ手段がミル部材（46または106）の少なくとも一方に接続され、第1および第2の通路面（それぞれ44または108）を流れ方向と交差する方向へ、液体フィルムを相対的に動く通路面（40、44または102、108）に被着保持しながら超ミクロンおよびサブミクロンのスケールで材料を処理するように超コルモゴロフ渦と準コルモゴロフ渦との同時形成を付勢するような相対速度で互いに相対的に動かすように部材を動かすことにより、処理材料をできるだけ均一にし、

かかる相対的な動きが非乱流状態を保持しながら付勢された準コルモゴロフ渦だけを一層高剪断の副処理ゾーンにおいて形成することを特徴とする流動性材料の高剪断処理装置。

16. 一層高剪断の副処理ゾーンは通路面の間隔が流動材料に流体力学的圧力を形成するように徐々に減少して材料の粘度を局部的に上昇させることにより処理作用を高めるように通路面（40、44または102、108）間に最小間隔のギャップ（G）を有することを特徴とする請求の範囲第15項に記載の装置。

17. 全高剪断処理ゾーンは更に、通路面の間隔を徐々に大きくする通路面（40、44または102、108）間に最大間隔のギャップ（H）を有し、通路面間の相対的な動きにより通路面間の流動材料の横断面の厚さのサイクル変化が生ずることを特徴とする請求の範囲第16項に記載の装置。

18. ギャップGにおける接近して離隔配置された通路面（40、44または102、108）間の間隔は1マイクロメートル乃至5mmの範囲にあり、ギャップHにおける接近して離隔配置された通路面（40、44または102、108）間の間隔は2mm乃至2cmの範囲にあることを特徴とする材料および／またはキャリア液体の成分の連行物の混合に使用する請求の範囲第17項に記載の装置。

19. 全高剪断処理ゾーンにおける接近して離隔配置された通路面(40、44または102、108)間の間隔は0.1乃至500マイクロメートルの範囲にあることを特徴とする請求の範囲第15乃至18項のいずれかに記載の装置。

20. ミル部材(38、46または100、106)は接近して離隔配置された通路面(40、44または102、108)間に分当たり0.5乃至200メートルの相対線速度を形成するようにモータ手段により動かされることを特徴とする請求の範囲第15乃至19項のいずれかに記載の装置。

21. ミル部材(38、46)は、固定された中空外側シリンダ(38)と、長手方向の回転軸線(50)を中心に回転するように固定中空外側シリンダ内に装着された回転自在の外側シリンダ(46)であり、2つのシリンダは回転軸線と交差して互いに相対的に動いて2つの対向する流路面(40、44)間の間隔を変えるように装着されていることを特徴とする請求の範囲第15乃至20項のいずれかに記載の装置。

22. ミル部材(38、46)間の一層高剪断の副処理ゾーンは、固定中空外側シリンダ(38)の内面(40)の平坦面部(98)と回転自在の内側シリンダ(46)の円筒面部(44)との間に形成されて2つの面部(44、98)の収斂を高めることを特徴とする請求の範囲第21項に記載の装置。

23. ミル部材(100、106)は中心を通る共通の回転軸線(110または128)を中心に互いに相対的に回転するように装着され、通路面(40、44または102、108)は2つのプレートの対向する表面によって構成され、プレートはまた回転軸線に沿って互いに相対的に動いて2つの対向面間の距離を変えるように装着されていることを特徴とする請求の範囲第15乃至20項のいずれかに記載の装置。

24. ミル部材の通路面(102、108)は平坦でありかつ互いに平行をなすことにより、全高剪断処理ゾーンと一層高剪断の副処理ゾーンは互いに同じ拡がりを持つことを特徴とする請求の範囲第23項に記載の装置。

25. 少なくとも1つの縦の圧力振動を発生する変換器(52)が、液体フィルムにおける弾性流体力学的スクイーズフィルム作用により材料の局部粘度を増加させることにより処理作用を高めるために縦の圧力振動を材料に印加するように

、全高剪断処理ゾーンの流通路の壁に接続されていることを特徴とする請求の範囲第15乃至24項のいずれかに記載の装置。

26. 少なくとも1つの縦の圧力振動を発生する変換器(52)が、付勢された準コルモゴロフ渦を材料に形成することにより処理作用を高めるために縦の圧力振動を材料に印加するように全高剪断処理ゾーンの流通路の壁に接続されていることを特徴とする請求の範囲第15乃至24項のいずれかに記載の装置。

27. ミル部材(38、46または100、106)の接近して離隔配置された通路面(40、44または102、108)は1乃至5の範囲の、 $M = F / R$ で表わされるMを有し、Fは通路面のフィルムの厚さであり、Rは表面粗さであることを特徴とする請求の範囲第15乃至26項のいずれかに記載の装置。

28. 接近して離隔配置された通路面(40、44または102、108)は艶なし鏡面仕上げ以上であることを特徴とする請求の範囲第27項に記載の装置。

**【発明の詳細な説明】****高剪断材料処理方法および装置****関連出願の相互参照**

アメリカ合衆国における出願である本願は、1992年8月26日(26.08.92)に出願され、現在特許されている本出願人の先の出願に係る米国特許出願第07/935,277号の一部継続出願であり、合衆国法典第35巻第120条の利益を主張するものである。

**技術分野**

本発明は、流動性のある材料の高剪断処理を行なう方法および装置に関するものであり、本明細書において使用されている「高剪断処理」(high-shear treatment)なる語は、混合とミル処理の双方を含むものであり、「混合」(mixing)なる語は溶解、懸濁および分散を含み、「ミル処理」(milling)なる語は粉碎(grinding)、微粉碎(comminuting)および解凝集(deagglomerating)を含むものである。使用される各流動性材料は、少なくとも2つの成分からなり、その一方は液体である。本発明は、より特定して云うと、流動性材料が、微粉碎された(finely divided)セラミック材料のスラリー懸濁体からなる、かかる方法および装置に関するものであるが、これらに限定されるものではない。

**背景技術**

数多くの製造方法においては、例えば、5ミクロンよりも小さい粒度に微粉碎され、ある場合には1ミクロンよりも小さい粒度に微粉碎され、更には、多く見受けられるものとして0.1ミクロンという小さい粒度に微粉碎された出発材料を使用することがますます必要となっている。これは特に、セラミックの処理の場合に云えることであり、かかる微粉碎された原材料を使用することにより、改善された強度、機械的および熱的耐衝撃性のような改善された特性を有するとともに、焼成または焼結後に理論密度が最大値または近最大値となる製品を製造することが可能となる。粒度分布は重要性がますます高まっている基準であり、特に、全ての粒子が公称値を中心とする狭い範囲にあるサイズを有することが要件となっている。産業規模で実施する場合には、このように均一な粒度を得ることは著しく困難であり、製造コストのかなりの増加を招くものとなる。

例えば、セラミック部品を製造する場合には、出発材料は、最大粒度を小さくして部品を超可塑的に鍛造することができるように、平均粒度を0.3ミクロンとし、最大粒度を1.0ミクロンとすることが必要となる。粒度分布は典型的なベル形の特徴を有することが期待され、材料の大部分（例えば、約70重量%）がほぼ平均粒度であり、小部分（例えば、各15%）が大粒および小粒である。材料を平均粒度となるように粉碎しても、全ての粒子、特に細かい粒子の場合には、粉末が粉碎ミルを出ると直ちに凝集を開始するとともに、その後の処理においても継続するので、最終のユーザが受け入れることができるような比較的均一な細かい粉碎状態にはなりにくい。粉末体は、運搬および取扱いを用意するためにペレット化することがしばしば行なわれているが、これはその後、粉碎により脱ペレット化しなければならない。その結果、材料は、少なくとも一部が特定の範囲から外れて不均一となるとともに、多数の大きな粒子を含むことにより、得られる焼結製品に欠陥が生ずる可能性がある。更に、材料の処理、特に、粉碎は、感知することができる量の汚染粒子を含まないことが重要であり、例えば、0.1重量%未満、好ましくは、0.01重量%未満とするのが重要である。

塗料の顔料を粉碎するのにストーン(stone)（カーボランダム）およびコロイドミルを使用することが公知であるが、これは、互いに対して作用する2つの精密形成された滑らかなストーンから実質上なり、ストーンの一方は固定して保持され、他方は高速（3600乃至5400回転/分）で回転され、両者間には2つの相対的に動く面を分離する、本技術分野においては非常に狭いとみなされるギャップが形成される。かくして、多くの場合は、2つの面間の間隔は確実な接触状態から適宜の距離まで調整自在となっており、この距離は、かかるミルの場合には一般に、最小の25マイクロメートルから3,000マイクロメートルであるが、通常は50乃至75マイクロメートル程度となっている。代表的なストーンミルの場合には、既に混合されている充填物は、截頭円錐状のギャップを介して平坦な環状リングの形状をなすミル処理領域へ供給され、一方、コロイドミルの場合には、これも既に混合された充填物を必要とするが、ミル処理領域は截頭円錐形状を有している。液体ビヒクルにおける顔料の粉碎は、材料が重力によりあるいは加圧されてギャップに供給されるときにストーンの平行面間で行なわ

れる高剪断速度の可塑化(smearing)作用により行なわれる。75マイクロメートルの分離ギャップは、粉碎により2乃至3マイクロメートルの平均粒度を有する粒子を形成すると云われているが、粒度分布は一定ではなく、著しく大きな粒子が存在する。かかるミルは、均一性、粒度分布、最大粒度および汚染度が比較的重要視されない場合には、満足することができるものである。

#### 発明の開示

本発明の第1の目的は、少なくとも2つの成分からなり、一方が液体である流動性材料の高剪断処理の方法および装置を提供することにある、かかる高剪断処理は、例えば、液体ビヒクルに対する気体および粉末材料の懸濁、分散および溶液をはじめとする均一な混合および／またはスラリー懸濁体における粉末材料の粉碎、解凝集および微粉碎をはじめとする均一なミル処理からなる。

本発明のより特定した目的は、スラリー懸濁体における微粉碎されたセラミック材料の均一なミル処理に特に適用することができる方法および装置を提供することにある。

本発明によれば、本明細書において説明されているように、処理されるべき材料を、それぞれのミル部材(mill member)により提供される2つの接近して離隔配置された通路面間の通路により構成される流路において流れ方向へ通す工程を備えた流動性材料の新規な高剪断処理方法が提供されており、この方法においては、

流路は、通路面間の間隔により、流動材料の最小のコルモゴロフ渦の直径よりも大きい自由な超コルモゴロフ渦(supra-Kolmogoroff eddy)と、最小のコルモゴロフ渦の直径よりも小さい付勢された準コルモゴロフ渦(sub-Kolmogoroff eddy)とが同時に存在することができる全高剪断処理ゾーン(overall high-shear treatment zone)を含み、

全高剪断処理ゾーンは、自由な超コルモゴロフ渦が材料の通過中に抑制される一層高剪断の副処理ゾーン(subsidiary higher-shear treatment zone)を提供するように通路の間隔が全高剪断処理ゾーンの残りの部分におけるよりも小さい部分を少なくとも含み、

材料が全高剪断処理ゾーンを動いているときに、ミル部材が互いに相対的に動

かされてミルの通路面を互いに対して流れ方向と交差する方向に、相対的に動いている通路面にそれぞれの液体フィルムを被着させた状態で超ミクロンおよびサブミクロンのスケールで材料を処理するように超コルモゴロフ渦と準コルモゴロフ渦との同時形成を付勢するような相対速度で動かすことにより、処理材料をできるだけ均一にし、

かかる相対的な動きにより、一層高剪断の副処理ゾーンにおいて非乱流を保持しながら付勢された準コルモゴロフ渦だけを形成することを特徴とする構成に係る。

更に、本発明によれば、以下において説明するように、本発明の方法を使用し流動性材料を高剪断処理する新規な装置が提供されている。

好ましくは、一層高剪断の副処理ゾーンは、通路面間の間隔が流動材料において流体力学的圧力を発生させることにより材料の粘度を局部的に高めて処理作用を増進するように通路面間に形成された最小の間隔のギャップを有している。

縦の圧力振動(longitudinal pressure oscillation)が、液体フィルムにおける弾性流体力学的スクイズフィルム作用(squeeze-film effect)および／または付勢された準コルモゴロフ渦の形成によって、材料において粘度を局部的に増加させることにより処理作用を増進させるように、全高剪断処理ゾーンにおいて通路の壁に印加される。

ミル部材は、固定され中空の外側シリンダと、長手方向の回転軸線を中心に回転するように固定された中空の外側シリンダ内に取着された回転自在の内側シリンダとすることができ、これら2つのシリンダは更に、回転軸線と交差する方向に相対的に動いて、2つの対向する流路面間の間隔を変えるように取着することができる。

あるいは、ミル部材は中心を通る共通の回転軸線を中心に相対的に回転することができるように取着された円形プレートとすることができ、流路面は2枚のプレートの各対向する面により構成され、プレートは更に対向する面間の距離を変えるように回転軸線に沿って相対的に動くことができるように取着される。

回転軸線は、垂直または水平とすることができる。

#### 図面の説明



本発明の特に好ましい実施例を、一例として、添付図面に関して説明するが、図面において、

図 1 は、ミル部材が水平な軸線を中心に相対的に回転する本発明の第 1 の実施例に係るドラムミルの一方の側を示す斜視図であり、

図 2 は、図 1 のドラムミルの本体を示す図 1 の 2-2 線側方横断面図であり、

図 3 は、本発明の別の実施例を示す図 2 と同様の長手方向の部分横断面図であり、

図 4 は、図 1 および図 2 のドラムミルの部分側面および長手方向の部分横断面図であり、ミルのベースと内側ミル部材が側面で示され、外側ミル部材が図 2 の 4-4 線長手方向横断面で示されており、

図 5 は、本発明に係る気体-液体反応のドラム反応器を介して切断した図 2 と同様の側方横断面図であり、

図 6 は、予め分散されたジルコニアスラリの粒度分布を実線で示し、図 11 のプレートミルを使用して処理した後の粒度分布を破線で示す粒度分布累積グラフ図であり、

図 7 は、本発明の更に別の実施例に係る、ミル部材が垂直軸を中心に相対的に回転するプレートミルの図 8 の 7-7 線垂直側方横断面図であり、

図 8 は、図 7 のプレートミルの 8-8 線水平横断面図であり、図 9 は、本発明の更に別の実施例に係る、ミル部材が水平軸線を中心に相対的に回転するプレートミルの図 7 と同様の垂直側方横断面図であり、

図 10 は、図 9 の破線の円で囲まれた部分 10 の拡大図であり、

図 11 は、本発明の更に別の実施例に係るプレートミルの図 2 と同様の垂直側方横断面図であり、

図 12 は、本発明のドラムミルの複数を直列に配設して構成するとともに、ミルに供給を行なう再循環予備混合回路に単一反射式(reverbatory)超音波ミキサを備えた連続流スラリミル処理装置を示す概略線図であり、

図 13 (図面 7 枚目) は、スラリが再循環される、単一プレートミルを使用したバッチ処理装置を示す概略線図である。

同様のあるいは同等の部材には、可能な限り図面の全ての図において同じ参照

番号が付されている。

ミルの協働する面間の間隔は、図示を明瞭にするためかなり強調して示されている。

#### 発明を実施するための形態

図1乃至図5の実施例は、協働する円筒形状のミル面が、ドラム形状の部材によりそれぞれ提供される、「ドラム」ミル("drum" mill)としての特徴を有しており、また、図6乃至図11の実施例は、協働するミル面がプレート形状の部材によりそれぞれ提供される、「プレート」ミル("plate" mill)としての特徴を有するものである。ミルの構成および動作の態様を説明するのに先立ち、ミルを使用したセラミックスラリ製造の代表的な装置を説明する。

図12に示す連続流装置においては、微粉碎された粉末は、液体ビヒクルにおいて均一に分散され、かつ、（必要に応じて解凝集させながら）より小さな粒度に粉碎されるように、ミル処理が行なわれる。粉末が、供給ホッパ10からドラムミル12に供給されるととともに、液体分散ビヒクルが供給タンク14から供給され、予備迅速粗分散体が、ドラムミル12の溜め、ポンプ16および高い流れ容量の反射式超音波ミキサ（RUMミキサ）18からなる閉鎖回路において混合物を循環させることにより得られる。

水性または非水性の、液体分散ビヒクルは通常、分散剤を含むとともに、バインダ、可塑剤および滑剤のような他の機能添加剤を含む。粉末、機能添加剤および分散ビヒクルの相対的な割合は、最終分散体がダイラタンシ(dilatancy)に関連する問題をなくすのに十分な液体含量を有するように定められる。

RUMミキサ18は、米国特許第4,071,225号に開示されているタイプのものが好ましい。本明細書においては、この米国特許を引用して、その説明に代える。簡単に説明すると、かかるミキサは、平坦な、極めて接近して離隔配置されたプレート20によって形成された2つの平行をなす幅広の壁を有する狭い矩形の側方横断面の細長い室を備えており、各プレート20は、圧力振動を室内に向けるとともに反対側の壁へ向けるように外面に複数の超音波変換器が装着され、対向する変換器からの振動は、反射により、かつ、粉末を媒体に混合しあるいは予備分散させるのに特に有効な強い小さな渦を形成するようにして互いに

干渉し合う。

当業者に周知のように、従来の高剪断機械的攪拌ミキサまたはボールもしくはサンドミルを使用して微粉末を液体分散ビヒクルに完全に分散させる処理は、長くて退屈な処理であり、許容することができる分散体を得るのに数日を要することがしばしばである。これは、粒度が減少するにつれて湿潤にされるべき表面積が増加すること、かかる微粒子を湿潤にするのは本質的に困難であること、必然的に存在する凝集体の解凝集が困難であることなどのような数多くの理由による。他の理由については以下において説明する。開示されかつ簡単に上記したRUMミキサは、5乃至15分という短い時間で許容することができる分散体を形成することができるが、ある処理の場合には、おそらく30乃至45分という一層長い時間をかけるのが好ましいことがある。完全に連続した系が好ましい場合には、単一のRUMミキサの代わりに一連のかかるミキサを使用することができる。

この予備工程が完了すると、粗に分散されたスラリは、ポンプ26およびクーラ28を介して本発明の一連のドラムミル30に放出される。図面には、ドラムミル30は2つだけが図示されている。ポンプとクーラは各ミルに設けられ、スラリが各ミルに供給される速度、圧力および温度を制御することができるようにしており、クーラは先行するミルが形成したスラリの加熱を補償する作用を行なう。複数のプレートミルまたはドラムミルとプレートミルの組合わせを使用することもできる。

図13には、プレートミル32として図示されている単一のミルを再循環回路において使用してバッチ処理を行なう態様が示されている。RUMミキサ系からの予備混合されたスラリは、ドラムミキサ24に供給され、単一のポンプ26およびクーラ28によりミルの入口に給送される。ミルの出口パイプがドラムミキサ24に接続され、スラリは所望の粒度分布が得られるまで再循環される。この処理は通常、所定のプロトコールによって行なわれ、ミルは当初は最大操作粒度の粒子を処理し、処理が進むにつれて、順次または段階的に調整され、所要の最小サイズの粒子を形成する。単一のドラムミルを代わりに使用することができる。

次に、図1乃至図3について説明すると、ドラムミルは、処理されるべき材料の流路を形成する環状通路42の作動壁を構成する内側円筒面40を有する固定外側中空円筒ミル部材38が中間ケーシング36により取着されている装置のベースフレームを備えている。通路のもう一方の作動壁は、内側円筒ミル部材の外側円筒面44により構成されており、本実施例においては、内側円筒ミル部材46は、水平軸線50を中心に中空シリンダ内で回転するようにシャフト48に取着された中実の円筒体から構成されている。変換器52（図2）がケーシング36内に取着されかつ外側シリンダ38に接続され、変換器が発生する縦の圧力振動を通路42の隣接部の中へ向けるとともに、円筒壁の少なくとも隣接部分を振動させて通路の厚さを周期的に変えるようにしており、通路の少なくともこの部分は以下において説明するように全高剪断処理ゾーンを構成する。変換器は、同期した同相操作を行なうように電源（図示せず）に接続され、入口54および出口56を介して冷却流体が供給される。部材38の外部の残りのできるだけ多くの部分は、部分環状包囲体を形成するカバープレート58により包囲され、入口60から導入され、出口62から放出される冷却水を通すようにしている。カバープレートと部材の外側との間の空所には金網が充填され、包囲体の冷却効率を高めるようにしている。

円筒部材38の内部は、端部フランジにそれぞれ取着された2つの円形カバープレート66により閉止されており、カバープレート的一方には最下部にスラリ導入パイプ68が取着され、他方のカバープレートには最上部にスラリ放出パイプ70が取着されている。これら2つのプレートには、シャフト48と内側ミル部材を固定外側部材に対して動かすことにより処理ゾーンにおいて軸線方向に延びる線状ギャップG（図2）のサイズを調整することができるよう、シャフト48が挿通する整合された拡大孔72が配設されている。各端部には、環状のガスケットシール74が各カバープレート66と保持ワッシャ76との間に挟持され、材料の逃げを防止している。

シャフト48は2つのベアリング78により回転自在に取着され、各ベアリング78は各クロスバー80により担持され、各クロスバーは、2つの側方に離隔して配置された垂直方向に延びる矩形横断面のポスト82および84の上端に取

着されている。各ポスト82の上面は、水平方向に対して内方および下方に傾斜して配置され、ポストの外側縁部は、シャフトの軸線50と平行をなす軸線86を中心とするクロスバーの刃先ピボットを構成している。クロスバーのこの端部は、所要のピボット運動を許容するフレキシブルなストラップ88（図1）により各ポストに取着されている。クロスバーの他端は、クロスバーの孔を自由に挿通する垂直に延びたねじ付きロッド90からなるばね集成体により各ポストの上端部の上方に支持されている。この端部は一对の圧縮ばね92の間に介在配置され、ばねの圧縮とシャフト48の対応する垂直位置は、上端に設けられたナット94を操作することにより必要に応じて調整されるようになっている。刃先ピボットにより、水平なシャフトの軸線50の動きは軸線86を中心に弧状となり、かかる動きは2つのミル部材の相対的な回転の偏心を変えることにより、線ギャップGのサイズを変える。ばね集成体はまた、2つのミル部材が処理ゾーンに入る異常に大きな粒子により相対的な回転が邪魔されることがないようにしている。シャフト48は、フレキシブルなカップリング95を介してモータに連結され、モータにより駆動されるようになっている。

内側ミル部材46は、炭化珪素のような十分に硬い材料から全体を形成するとともに、外面44は所要の限度まで正確かつ滑らかに研削するのが好ましいが、適宜の内部フレームに取着したかかる硬質材料の筒状チューブから形成することもできる。外側シリンダもまた同じ材料から形成することができるが、経済性を考慮してステンレス鋼とし、内側シリンダと同じ硬質材料からなるインサート96をギャップGが形成される最下位の弧状セグメントに設けることができる。全高剪断処理ゾーンのインサートを含みかつインサートにすぐ隣接する部分は、全高剪断処理ゾーン内に一層高剪断の副処理ゾーンを構成するとともに、以下において説明するように、ミル処理操作の大部分が行なわれるゾーンとなる。2つのミル部材は互いに対して偏心して回転されるので、ギャップGは、内側ミル部材の上部と外側ミル部材の対向部との間に画定される径方向に対向するギャップHよりも小さくなっている。従って、環状通路42がギャップHからギャップGへ周方向へ収斂するように形成され、ここで通路の壁離隔距離は最小となって最大剪断が流動材料において得られ、次いで、通路はギャップGからギャップHへ向

けて拡がる。

好ましい実施例においては、インサートは側方横断面が矩形をなし、一層高剪断の副処理ゾーンのギャップの対応する面を提供する該インサートの面98は平坦であり、2つの協働するミル面は反均衡(counterformal)（非共形(non-confornal)とも呼ばれる）であるので、ギャップ内およびギャップにすぐ隣接するこれらの収斂とその後の発散は、全高剪断処理ゾーンの残りの部分と比べてはるかに大きくなる。面98もまた、所要の限度まで正確かつ滑らかに研削される。

図4に示す別の実施例においては、協働するミル面44および98は、共形となっている。即ち、これらの面は輪郭および寸法が著しく調和しているので、比較的大きな面積に亘って小さなギャップのみによって分離され、インサートの内側ミル面98は所要のプロファイルと滑らかさになるまで研削され、処理ゾーンにおける2つの面の収斂と発散は、これら2つの面の偏心のみによる。図1乃至図3の実施例の平坦面98は、無限半径であると見なすことができ、平坦と図4の実施例の共形値との間で所要の値を与えることができる。

本発明の装置を使用して処理される代表的な微粉末材料はアルミナ、シリカおよびジルコニアであり、これらはいずれも、5マイクロメートル以下の凝集一次粒子として商業的に入手することができ、特に、公称サイズが0.3乃至1マイクロメートルの範囲にある凝集一次粒子として入手することができる。凝集体のサイズは200マイクロメートルという大きさになる。粉末材料と、分散ビヒクルに導入される機能添加剤の量は、当然にしてスラリの目的によって変わるが、通常は、分散ビヒクルと添加剤の双方の量をできるだけ少なくして、その後の処理を容易にすることができるようにするのが望ましい。コンシステンシは比較的小さく保持して、かかる材料について生ずるダイラタンシをなくすことが必要である。

最大所要粒度が1マイクロメートルであるセラミックスラリの処理を行なうように構成された特定の実施例においては、内側部材46は長さとして直径が15cm（6インチ）であり、200乃至2000回転/分、好ましくは、400乃至600回転/分の速度で回転される。インサート96の周方向の幅は、約2.5cm（1インチ）である。ミル処理に使用する場合には、ギャップGのサイズは通

常、粉碎された後の粉末材料の最大粒度とされ、従って、ほとんどのセラミックスラリの場合には、ギャップは0.1乃至5マイクロメートルの範囲内で、より一般的には2マイクロメートルよりも小さい範囲内で変えることができる。特に粘性のあるスラリの場合には、ミルを介して十分な流れが得られるように、ギャップは幾分大きくすることが必要となる場合がある。縦の圧力振動を使用することにより、ギャップを以下に述べるように幾分大きくすることができる。本発明の方法および装置は、かかる微細粒子を含む材料に特にかつ通常とは異なり有効であるが、より大きい粒度の材料に対しても有利に動作を行なうものである。従って、ギャップGは以下において説明するように、1乃至500マイクロメートルの範囲、好ましくは、1乃至100マイクロメートルの範囲で変えることができ、一方、径方向に沿った反対側のギャップHは約5mm(0.20インチ)の最大値を有することができる。ミルが溶解器、反応器またはミキサとして使用される場合のギャップのサイズは、以下において説明する。

本発明の方法および装置の一例が図6に示されており、図6は、実線が予備分散されたスラリ材料の粒度分布を示し、破線が図11のプレートミルにおいて処理した後の同じ材料の粒度分布を示す、組み合わせた累積グラフ図である。使用された材料は、ちりの散乱を防止かつ容易に運搬することができるように水溶性バインダを使用してペレット化された粒度が公称0.3マイクロメートルの、噴霧乾燥した部分安定化ジルコニアであり、ペレットはサイズが100乃至150マイクロメートルであった。これらのペレットの50グラムを、超音波浴を使用して、少量の界面活性剤(ジルコニアの0.3重量%)とともに100グラムの水に30分間予め分散させたが、これは原粉末材料を完全に解凝集するのに十分なものとすべきである。実線の特徴は、かかる処理後の材料においては、わずか82%が0.8マイクロメートルよりも小さいサイズであり、0.8乃至10マイクロメートルのサイズの材料は実質上なく、残りの18%は10乃至80マイクロメートルのサイズであることを示している。これは、一部は凝集の結果によるものであるが、主としてペレットの硬化によるものであり、材料の高価な完全な再ミル処理なしに元の粒度に戻すのを困難にしている。破線の特徴は、同じ材料をプレートミルにおいて同じ30分間処理した結果を示すもので、いずれの材料

とも0.8マイクロメートルよりも小さく、99.25%が0.7マイクロメートルよりも小さく、96%が0.6マイクロメートルよりも小さいものとなっている。

以下、本発明の方法および装置を、新規かつ予期し得ない優れた作用効果を奏する新規性と進歩性を備えた機構についての現段階での知識に基づいて説明する。従って、かかる説明は、他の新規性と進歩性を備えた機構が代わりをなし、あるいは信頼性があることを明らかにする別の検討を拘束するものではない。

上記したように、小さな粒子の場合には、高出力、高剪断のミキサを使用して、完全な分散体を得るには比較的長時間の「エージング」("aging")が必要となることは、セラミックスラリの製造の分野における当業者には周知であり、この時間は、混合能力を高めることによって、あるいは攪拌器の回転速度を大きくして剪断粘度を高めることによって有意に縮めることはできない。かかる混合処理についてのエイ・エヌ・コルモゴロフ(A. N. Kolmogoroff)博士の研究によれば、かかる事実、および当初は混合は速やかに進行するが、次いで著しく緩慢になるという事実を説明することができるとする報告が得られている。同博士は、混合は渦の形成によること、および、例えば、分散ビヒクルとして水を使用しかつ20℃の温度で作動される従来のミキサによれば、約10乃至20マイクロメートルよりも小さい直径の渦を得ることは不可能であることを明らかにしている。これよりも小さい粒度の連行粒子のような液体素子および物質は、これらの最小の渦の一部をなし、従って、乱流の影響が遮断されるので、物質移動は対流によって支配されるのではなく、内部の濃度勾配により渦内に生ずる著しく緩慢な分子の拡散により支配されるものとなる。渦（コルモゴロフ渦）と見なすことができ、かつ、これらのミキサにより形成される最小の動きは、局所的なレイノルズ数が1に近づききかつ1に等しくなるときに得られるものと考えられ、低レイノルズ数におけるかかる小さな渦の場合には、粘性力は慣性力よりも一層重要となる。

コルモゴロフがかかる現象に対して十分な説明を提供しているとの前提に立てば、本発明の方法および装置においては、少なくとも全高剪断処理ゾーンにおける流通路の壁の間隔は、流動材料の最小のコルモゴロフ渦の直径よりも大きい自



由な超コルモゴロフ渦と最小のコルモゴロフ渦の直径よりも小さい付勢された準コルモゴロフ渦との双方が共存することができるようなものとされる。全高剪断処理ゾーンは、通路の間隔がゾーンの他の部分よりも小さくなることにより、自由な超コルモゴロフ渦が抑制される一層高剪断な副処理ゾーンを提供する部分を少なくとも含む。かかる構成とすることにより、一層高剪断の副処理ゾーンを通る流れは層状となり、従って、非乱流となるという重要な効果が得られる。この実施例においては、流通路の最小の壁間隔の部分を構成する直線状に軸線方向に延びるギャップGは、一層高剪断の副処理ゾーンを構成し、一方、全高剪断処理ゾーンは所定の最大間隔が得られる流通路の全てから形成される。

コルモゴロフはまた、等方性の乱流の場合、渦の分布が平衡になると、 $L_k$ として表わされる（通常は渦の長さと呼ばれる）渦の直径は、攪拌系の単位質量（ $P_u$ ）に対して、動力入力として

$$L_k = (v^3 / P_u)^{1/4}$$

なる関係により定められることを明らかにしている。上記式において、 $v$ は流体の動粘度である。従って、流路のこの制限は、新しいミルの動力利用の効率に重要な別の予期し得ない有利な影響を及ぼす。従来の先行技術の装置においては、乱流エネルギーのほとんどは大きいおよび中間のサイズの渦に存在し、 $L_k$ 程度のサイズの小さい渦にはほとんど存在せず、従って、装置の動力のほとんどは、初期の分散を維持するにのみ有効な渦の形成において無駄に逸散され、一方、残りの「エージング」分散は分子の拡散により行なわれる。本発明の方法と装置の場合、全高剪断処理ゾーン、特に、一層高剪断の副処理ゾーンにおいては、最小の径と同等またはこれよりも小さい渦だけを形成することができ、一方、無駄な大きい渦は抑制される。この関係からは更に、流体の粘度が上昇すると、渦の直径が通常大きくなり、粘度のかなりの増加が以下において説明するように生ずるが、渦の直径のその後の増加は再度阻止される。

スラリは、例えば、通常、 $0.07$ 乃至 $0.7 \text{ kg/cm}^2$ （ $1-10 \text{ psi}$ ）の範囲の比較的低い圧力で作動するポンプ26の作用を受けて、通路42により構成される環状の流路において軸線方向に移動する。表面エネルギー力の影響下では、流動材料は、面40、44および98のそれぞれにおいて、境界層を

含

む薄い被着フィルムを形成する。ギャップHは通常、ギャップHにおいて最大の厚さを有しかつ最大の剪断条件が得られる線状処理ギャップGにおいて厚さが最大となるように肉厚が徐々に減少する介在層によりこれら2つのフィルムが分離されるように、十分大きな寸法に形成されている。ギャップGはまた、介在層として識別することができる層が存在せず、従って、流れが互いに遮断し合う2つの薄いフィルムからなるように小さくすることができる。このギャップはまた、フィルムを遮断し合う2つの境界層だけからなると見なすことができるように十分小さくすることもできる。

本発明によれば、2つのミル部材は、各フィルムを一体的に保持しかつ一層高剪断の副処理ゾーンの流れを非乱流状態に保持した状態で、流動物質に超コルモゴロフ渦と準コルモゴロフ渦の双方を全高剪断処理ゾーンにおいて同時に形成することができる相対速度で流通路の壁を流れの方向と交差して相対的に動かすことができるように互いに相対的に動かされることにより、2つのフィルムは相互に作用し合って所望のミル処理作用を行なうことができるようになっている。一般的な場合のようにギャップHが十分に大きい場合には、2つの面被着フィルムはミル部材の相対的な回転によりギャップGからギャップHへ向けて引きずられるにつれて分離され、新しい材料が両者間に入って介在層を形成し、この介在層において超コルモゴロフ渦が形成される。かかる渦が形成されると、マクロ混合が通路のこの部分で行なわれ、フィルムを再度一緒に動かして介在層をなくし、超コルモゴロフ渦を抑制するとともに、準コルモゴロフ渦への転換を強制する。このサイクルは内側ミル部材46の各回転ごとに繰り返される。従って、材料は、超ミクロンおよびサブミクロンのスケールで全高剪断処理ゾーンにおいて処理されて、所望の完全に均一な混合が行なわれ、しかも一層強くて完全な均一混合が一層高剪断の副処理ゾーンにおいて行なわれるとともに、先行技術のミル処理装置では到底不可能であると考えられる程度までミル処理と解凝集とが行なわれる。

本発明の新規な方法と装置は、微細な粒子をミル処理するこれまでの試みが、

ミルの本体が攪拌機構またはミル処理媒体を含むように十分な大きさの大容量の容器からなる、3次元「容量」("volume")系として特徴づけることができるもの

であることを考慮すれば、容易に理解することができる。ボール、ビーズ更には砂がミル処理媒体として使用されるが、ミルは、材料を粉砕するためには粒子が衝突媒体素子の接触点領域間に存在しなければならず、しかも統計学的には、これはまれであるとともに、粒子のサイズが小さくなるにつれて一層まれとなるので、比較的非効率である。上記したように、汚染の可能性も高く、例えば、しばしば0.2重量%という高さとなり、これは、ほとんどの電子セラミック向けの最大値が0.01%であることからすれば、許容することができないものである。これに対して、本発明の方法と装置は、少なくとも一層高剪断の副処理ゾーンにおいては、薄い中間層が存在しても、超コルモゴロフ渦の形成を不可能にすることにより乱流の可能性をなくすことができたということで、2次元「領域」系と見なさなければならない。流路を通る材料の実際の粘度とは実質上関係なく、この薄い非乱流表面フィルム特に境界層が、微細な粒子をしっかりと連行して保持する著しく粘性のある液体皮として作用するのは、かかるフィルムの本質的な特性である。2つのミル部材の相対的な側方向の動きにより、これらの確実に連行された粒子を互いにおよびミル部材の表面と粉砕係合させることにより、図6に示すような優れた効果が得られる。

更に説明すると、摩擦学(tribology)、エンジニアリング材料の摩擦と摩耗の研究から、流体力学的な潤滑層は、収斂しかつ負荷を受ける2つの相対的に動く共形面間に形成され、かかる層を形成する滑剤は負荷を受けていない材料よりも大きな粘度を有することが知られている。かかる層は、図1乃至図4のミルにおいて得られる被着フィルムにより形成されるので、スラリの局所的な粘度は全高剪断処理ゾーン、特に、最小ギャップGを有する一層高剪断の副処理ゾーンにおいて高まり、これらのゾーンにおける均一な混合および粉砕作用を高進させる。スラリー材料の粘度全体に長時間影響を及ぼすことなく、局部粘度を更に高くすることは、フィルムを、以下において説明するように、弾性流体力学性を有するように形成することにより行なうことができる。当業者が既知のように、粒子の

凝集の破壊は、高剪断速度の可塑化作用が強い粘性抵抗を受けたときに特に目立つようになり、解凝集は抵抗が大きくなるにつれて一層目立ったものとなる。従来の方法は、所要の高粘度を得るために、高粘度の分散液を使用するか、あるいは

最高の可能な固形分容積摩擦(volume friction)を利用している。本発明は、従来の方法とは異なり、適正な高液体粘度または高固形分容量摩擦の特定の選択を必要とすることなく、全高剪断処理ゾーンの狭い境界内で局部的な摩擦学による流体力学および／または弾性流体力学作用により所望の粘度増加を得ている。

2つの面に関して必要とされる収斂の程度は著しく小さく、処理ゾーンにおける最小フィルム厚の最大フィルム厚に対する比は1：2乃至1：50の範囲、好ましくは、1：2乃至1：10の範囲とされる。収斂度を異常に大きくすることは、向流が粒子、特に、大きな粒子を連行するゾーンの上流に形成されて、粒子が処理領域に入るのを妨げる可能性があるので避けるべきである。

全高剪断処理ゾーン、特に、一層高剪断の副処理ゾーンにおけるミル表面の間隔は小さくする必要があるので、作動面40、44および98は、荒い表面接触およびフィルムの破壊が避けられるべきである場合には、対応する円滑度および曲率（プレートミルの場合には平坦度）まで研削しなければならない。フィルムの肉厚Fと表面粗さRとの関係Mは、式 $M = F / R$ で表わすことができ、実際には、Mは1乃至5、好ましくは、2.5乃至3の範囲の値を有するようにすべきである。例えば、ミルが1マイクロメートル以下まで解凝集を行ない、Mの値を3に保持しようとする場合には、表面粗さは0.33マイクロメートル以下にすべきであり、これは艶なし鏡面仕上げまたは良好な艶出しである。粗い仕上げは、反応器、ミキサまたは溶解器として作用するミルの場合に許容される。ミルの表面は耐摩耗性を高めるようにダイヤモンドコーティングを行なうことができ、ダイヤモンド層は結晶質または非晶質とすることができ、イオン注入あるいは元の表面のプロファイルを変えない他の方法により被着することができる。

本発明の方法と装置は、縦方向の圧力振動を必要とすることなく操作することができるが、これは、高粘度の液体／固体系における高剪断条件、例えば、高剪

断微粉碎の新規かつ予期し得ない使用により行なうことができる。上記したように、摩擦学によれば、液体は、反均衡ジャーナル軸受けの最小のギャップに圧縮された状態で入るときに粘度が突然増加することが知られている。かかる作用は、均一な混合を行なうことができ、かつ、粘度が局部的にのみ大きく増加する対応した最高剪断ゾーンとともに、反均衡面間に最小のギャップを有する一層高剪

断の副処理ゾーンを有する全高剪断処理ゾーンを提供することにより、本発明において使用されている。これにより、ミルに入る前の供給材料の粘度を例えば濃厚なバインダ、増粘添加剤を使用しあるいはより多くの固形分を加えることにより高める必要なしに、摩擦学的に画定されたゾーンにおいて高剪断の微粉碎および分散を行なうことができる。

縦の圧力振動の使用による予期し得ない効果はまた、本発明の方法が2次元「領域」方法であり、しかも2つの相対的に動く流体コーティング表面が互いに対して直交する方向にかなり動くときに得られるスクイズフィルム作用(squeeze-film effect)として知られていることに関する摩擦学の知識によるものであるという点で予期し得ないものである。かくして、流体の薄い層により分離された2つの協働する面は面40および44、特に、面98および44のように反均衡であるので、線状のギャップ（例えば、ギャップG）を含み、しかも直交する動きを受ける場合には、ギャップにおける局所的な圧力および粘度は流体力学的に形成されるものと比べて一般に著しく高く、弾性流体力学的に形成されるものと見なされることが知られている。この種の構造体の先行例には、噛合する歯車の歯、およびベアリングのトラックのボールまたはローラがあり、これらはいずれも潤滑されるものである。流体力学理論を使用して計算すると、滑性層は著しく薄く、直交する方向の動きにより表面間に荒い接触が生ずるようにすべきであるが、実際には、予測したものよりも厚い層を形成し、しかも表面のフィルムの一体性を保持することにより、フィルムは連続状態を保持できることが認められている。

摩擦学による説明によれば、局所的な非常に高い圧力振動は、流体力学理論により予測されるものと比べて流体の粘度をかなり高めるとともに、ギャップ内で得

られる局部圧力および粘度は、弾性流体力学的な条件が適用される場合には、わずかに数パーセントの上昇とは異なり著しく高いものとすることができる。例えば、500 MPaの圧力が得られ、この圧力では、潤滑油の粘度は大気圧における同じ材料の粘度と比べて20,000倍よりも大きくすることができ、液体というよりも固体に一層近い挙動を呈するものとなる。振動による可動ミル部材に対する固定ミル部材のサイクル負荷により、対応する正確な周期的な直交する方向

の動き即ち変位が生じ、その結果、特にギャップGにスクイーズフィルム作用により負荷および圧力作用が生ずるとともに、流動材料の局部粘度の予期し得ない著しい増加が対応して生ずることにより、高粘性の表面フィルム間のミル作用がかなり高進する。これは、縦の圧力振動の新規かつ予期し得ない利用によるものであり、かかる振動は相対的に動くミル部材に機械的作用を直接及ぼとともに、薄い協働する流動フィルムにおける圧力と粘度の増加により機械的作用を間接的に及ぼすことができ、従って、上記した公知の先行技術での試みにおける比較的大容量の液体にこのような振動を向ける作用とは完全に異なる作用を行なうことがわかる。このように、縦の圧力振動のかかる優れた効果は、該振動が液体ビヒクルに連行される固体粒子に及ぼす直接的な作用によるのではなく、液体ビヒクルの圧力および粘度に及ぼす予期し得ない間接的な作用によるものである。スクイーズフィルム作用による流動材料の粘度の局部上昇により更に、被着表面フィルムの一体性が保持されるとともに、フィルムに含まれる高含量の固体物質によりフィルムが破壊されないようにすることができ、かくして、通路壁の間隔を著しく狭いものとすることができる。

縦の圧力振動を使用することにより、通路の壁の直交する方向への動きによって流通路の有効高さは小さくなるので、粉碎の場合には、一層小さくなるように行なうことができるという別の効果も得られる。この場合、例えば、1マイクロメートルの最大粒度が必要とされる場合には、ギャップGは、同じ結果を得るのに、2マイクロメートルと、幾分大きく設定することができる。縦の圧力振動のこのような利用は、かかる振動が、混合およびミル処理において予期し得ない相乗的な優れた作用を発揮するために、より大きな渦と、相互作用を行なうことが

できる一層小さな準コルモゴロフ渦とを同時に形成するように直接作用することができる場合を除くものではない。

従って、本発明の方法と装置は、十分に接近して離隔配置されかつ十分な速度で互いに相対的に動かされる2つの面間の通路の部分である全高剪断処理ゾーンにおいてできるだけ均一となるように流動材料を「マクロ混合する」(“macromixing”)マクロ混合と、より小さな準コルモゴロフ渦を形成するように付勢する反射性の縦の圧力振動を印加することにより同時に行なわれる「ミクロ混合」(“micromixing”)との組み合わせを採用していると考えることができる。

本発明の装置はまた、面作用、即ち、スラリの薄いフィルムを保持し、これを引きずって、インサート96の表面98に存在する薄いフィルムと係合する内側シリンダ46の回転外側面44の「スキンドラッグ」(“skin-drag”)により作用を行なうものと考えることができる。ミルを通るスラリの流量は、ミルのギャップGをあたかも短絡するように図面に現わすことができる、ミルの上部のより大きいギャップHが存在するにも拘らず、スラリの全てがギャップGを介して回転面44により引きずられるように定められるが、上記したように、本実施例においては、このギャップの最大値はわずか5mmであり、より一般的には1mm程度であり、これは、流量を正しく選択することにより、材料の全てが処理ゾーンを所望のように通ることができるように十分に小さいものとなっている。

図5は、気体と液体との反応、あるいは難溶性の気体の液体に対する速やかな溶解または難溶性気体と液体との反応のような、実行が困難な化学反応および物理的相互作用を行なうための本発明に係る装置が示されている。この装置もまた、中空の外側シリンダ38内で水平な軸線50を中心に回転する内側シリンダ46を備えている。反応されるべきキャリア液体または溶媒として作用すべきキャリア液体は、反応器の一端に設けられた液体の入口(図示せず)から反応器を介して他端に設けられた液体の出口70へ供給されるが、この実施例においては、入口と出口が外側シリンダの最下部に配置されている構成が異なり、他の成分は、別の入口により2つのシリンダ間の作用/反応空間に供給されるが、該成分はキャリア液体により消費されるので、別の出口は当然に必要とはされない。変換

器52とミル部材38との間にはカップリング部材148が配設され、該カップリング部材には反応ギャップ内で行なわれる作用／反応が発熱であるか、吸熱であるかによって液体を冷却しあるいは加熱する通路150が設けられており、これらの通路には、例えば、本発明者の発明に係る米国特許第4,784,218号に開示されているように、熱交換促進インサート152が設けられている。本明細書においては、この米国特許を引用してその説明に代える。液体成分は、液体プール154を超音波変換器にすぐ隣接して配置された相対的に回転する部材間の空間に閉じ込めて形成することができる速度で供給される。

最小のギャップGは、上記した実施例のミル処理ギャップよりも高さを大きくすることができることも、1マイクロメートル乃至5mmの範囲とすることができる。一方、対向するギャップHは2mm乃至2cmの範囲とすることができる。2つの面の相対的な動きの速度もまた、通常は、粉碎の場合よりも遥かに大きく、例えば、内側シリンダの直径が15cm（6インチ）の場合には、回転速度は通常200乃至20,000回転／分の範囲にあり、好ましい範囲は500乃至5,000回転／分である。直径かより大きいまたはより小さいミル部材は、同等の角速度を得るために対応して異なる速度で操作される。最高の可能速度の上限は、処理されている材料、特に、長鎖分子材料の安定性が欠如する可能性と、キャビテーションの開始を考慮して設定することができる。ある用途においては、環状通路42全体が、軸線を共通にして延びる全高剪断処理ゾーンと一層高剪断の副処理ゾーンの双方を構成する場合には、2つのミル部材は、同軸をなして作動させることができる。

図1乃至図5に示す実施例はいずれも、水平な相対回転軸線50を有しているが、異なる方向に配向された軸線、特に、垂直方向に配向された軸線を中心に操作することもできる。

次に、図7および図8について説明すると、これらの図に示されているプレートミル32は、円筒状のベースケーシング36を支持する装置のベースプレート34を備えている。ドラム面40に対応する円形面102を備えた、ドラムミル部材38に対応する固定の円形振動プレート部材100が、弾性材料からなるリ



ング即ち環状部材104に、例えば接着により取付されており、この環状部材は、ケーシング36の上端に配設された座ぐりに、例えば接着により固着されることにより、プレートはケーシングに固着される。半径方向の小さなクリアランスが、プレート100の円筒状縁部と座ぐりの対面する円筒壁との間に配設され、プレートが垂直方向に自由に振動することができるようになっているが、感知される側方向の動きは抑制されている。プレートは、該プレートの下側に取付されかつプレートの中心点を中心に周方向に均一に離隔配置された複数の超音波変換器52により振動され、変換器は、ドラムミルの変換器と同様に、同期、同相操作が行なわれるように適宜の電源（図示せず）に接続されている。

ドラム面44に対応する円形面108を備えた、ドラム部材46に対応する回転自在の円形プレート部材106は、ベースプレート34に取付された垂直方向に延びる垂直支柱112からなる駆動手段により、中心点を介して延びる垂直軸線110を中心に回転するようにプレート100の上方に取付されている。モータ駆動の駆動ヘッド114が垂直支柱に取付され、該駆動ヘッドには垂直方向下方に延びる駆動軸48が配設され、プレート部材106は中心点が軸即ちシャフト48の下端に取付されてシャフトとともに回転するようになっている。流路116を画定するプレート部材の面102と108間の間隔は、当業者が周知のように、適宜のマイクロメータ系を使用して、ヘッド114を垂直支柱上で垂直方向に動かしおよび／またはシャフト48をヘッド内で垂直方向に動かすことにより正確に調整することができる。プレート部材106は、材料が流れているときの流通路の間隔を適宜の値に保持するため、駆動ヘッドとシャフト48とを介して作用される適宜のばねまたはおもり手段により下方に強く押圧されている。本実施例においては、面102は、著しくフラットにされ、側面が真直ぐに形成された円錐の反転上面の形態をなしており、従って、流路の通路116は、高さが軸線110から半径方向外方へかけて徐々に減少している。かくして、流通路の、間隔が十分に狭くかつ相対的回転速度が十分に大きくなっている部分は、収斂した全高剪断処理ゾーンを構成し、一方、最小の高さの処理ギャップGを有する通路の半径方向外側部分は、全高剪断処理ゾーン内に一層高剪断の副処理ゾーンを構

成している。本実施例においては、ギャップGは、2つのプレートの半径方向外側の縁部間に形成され、最高の剪断条件が得られる円形ラインゾーンを構成しているが、図9の実施例のような他の実施例においては、ギャップは、半径方向の外側縁部から半径方向のすぐ内方の部位に配置することができる。他の実施例においては、面108あるいは面102と108の双方は、適宜の形状に形成して同じ作用を行なうようにすることができる。

粗に予備混合しかつ予備分散させたスラリは、導入パイプ68を介してミルに供給されるが、導入パイプ68はプレート100の振動を妨害しないようにフレキシブルな接続体118を有している。スラリは、プレート部材間から円筒状の孔120を介してプレート100の中心に入り、次いで、ポンプの圧力の影響を

受けて通路内を半径方向外方へ流れるとともに、ミル部材の相対的な回転により周方向へ流れる。孔120は、流通路116への入口として作用する。その後、スラリは、通路の出口を構成する出口を有する円筒状のギャップGに到達し、次いで、ケーシング36の円筒状延長部124と、プレート100および106と、ケーシング36に取着されかつ回転プレート106の可動縁部と係合する固定された環状の弾性セルフシールガスケット126との間に形成される環状の放出プレナム室122に入る。スラリは、次いで、ミルから放出パイプ70を介して放出される。

スラリ116は、通路116を流れる際に、閉止の影響と通路面間の徐々に減少する間隔の影響を受けるとともに、2つのプレート部材間の相対的な回転の影響と、変換器52からの縦の圧力振動の影響を受けるが、これらの影響は上記したように組み合わせられることにより、ドラムミルは著しく短縮された時間内に、スラリに連行された固体粉末材料の一層完全な分散および湿潤を、著しく均一なミル処理、解凝集および微粉碎とともに、従来の高剪断ミキサおよびミルと比べて一層良好に行なう。

特に好ましい実施例においては、2つのプレート部材はいずれも、直径が25 cm (10インチ) で、肉厚が6.25 mm (0.25インチ) であり、炭化珪素、好ましくは、表面にダイヤモンドコーティングを施したものから形成され、

両面は鏡面仕上げに供され、本実施例においては、25 cmに対して1.5マイクロメートルの限度で平坦であるのが好ましい。一層平坦な表面が可能であるが、この特定の実施例においては、必ずしも経済的または重要なものではない。本発明の装置に関して好ましい平坦度の範囲は、向けられる用途によるが、25 cm当たり500ナノメートル乃至10マイクロメートルである。

2つのプレート面は保守および点検のために分離させておく必要があるので、2つのプレート面間の垂直方向の間隔の最大高さは不定であるが、作動の際のギャップGの最小の高さは、ドラムミルの場合と同様に、1マイクロメートル以下の小さい寸法にされる。このギャップは、最小粒度のスラリを処理するとともに、プレート間をスラリが十分に流れることができるようにするのに通常必要な処理ギャップである。通常の操作においては、処理ギャップのサイズは、スラリの

平均粒度と相関関係があり、連続するミルの場合には、最初のミルから最後のミルへかけて徐々に小さくされている。使用されるべきギャップのサイズの範囲は1乃至500マイクロメートル、一方、粉末材料の処理におけるギャップサイズの通常の範囲は1乃至10マイクロメートルであり、セラミック原材料の処理に特に好ましい範囲は1乃至5マイクロメートルである。特定のスラリを処理する場合には、通常、処理時間と連続するミルの通過高さとを相互に関連させるプロトコルを必要とし、かくして、処理は、例外的に大きな凝集体が存在する場合にプレートが比較的遠くに離れて配置されているミルにおいて開始され、この間隔は、処理が継続しかつ粒度が小さくなるにつれて徐々に狭められる。個々のミルは比較的限定された粒度範囲で操作するのが通常は最も有効であり、例えば、0乃至100マイクロメートルの範囲の材料が供給されるミルは0乃至1マイクロメートル（0乃至1,000ナノメートル）の範囲の製品を形成するのに使用され、0乃至0.2マイクロメートル（0乃至200ナノメートル）の範囲の製品をつくるのに使用される。

プレートミルの場合には、プレート間の相対的な周方向の線状の側方の動きが回転軸線110上の零から周囲の最大値まで徐々に変化することにより、所要の最小しきい値は軸線から半径方向へある距離の部分で得られるのみである。本実

施例において使用される直径が25 cm (10インチ) のプレートの場合には、これらの作動面の互いに相対的な線速度は、分当たり0.5乃至200メートル (分当たり20乃至8000インチ) とすべきであり、この特定の実施例においては、6 cm (2.5インチ) の平均半径で測定した場合、上部プレートの回転速度は分当たり約1乃至400回転とすべきであり、好ましい速度は分当たり50乃至200回転である。環状外側部にだけ著しく艶出しされた平坦な作動面を有する全高剪断処理ゾーンを形成することにより、プレート100および106のコストを低減させることができる。

ドラムミルの場合と同様に、このミルの動作においては、流体力学のおよび弾性流体力学的作用による粘度の局部上昇は、大きなファクタとなる。材料は、薄い被着フィルムの形態をなして2つの面に密着されるとともに、特に一層高剪断の副処理ゾーンにおいてこれらは接近して隔離配置されているので、介在層なし

に互いに係合する。2つのフィルム間のこの相対的な動きは、ポンプにより通路内の材料の半径方向外方への流れに加えられる。この薄い表面層は非常に強力で、プレートの動きによるスクイーズ作用に対して耐スクイーズ性を発揮するので、プレート部材は所望の小さい間隔で保持するためには、比較的剛性を有するとともに互いに強く押圧されることを必要とする。変換器がスクイーズフィルム作用を発揮するように作動している場合でも、付勢された準コルモゴロフ渦を形成するように作動している場合でも、あるいは双方を行なうように作動している場合でも、処理通路の両面に変換器を設ける必要はなく、かくして、変換器と、可動プレート部材に対する電源とを設ける必要性をなくすることができる。超音波変換器52のサイズ、数および空間配分は、当然に、特定のミルに関して特定のものであり、本実施例の単なる特定例においては、10個の変換器が1つの円内に均等の間隔をおいて配置される。各変換器は、約50ワットの出力を有し、16 kHz乃至50 kHzの周波数範囲で作動し、この範囲は好ましい範囲であり、通常は超音波とみなされ、使用される通常のより広い範囲は、ミルの構成によっては8 kHz乃至100 kHzであり、これは超音波の下に括がる。

図9は、別のプレートミルの実施例を示す長手方向の横断面図であり、この実

施例では2つのプレート部材が水平な軸線128を中心に回転するように装着されている。固定した振動プレート部材100が、ベースプレート34に装着された垂直支柱130の上端部に固着され、このプレート部材100には弾性材料のシリンダ132が円筒周辺部に固定されており、該シリンダは外部ケーシング136に装着された鋼製リング134に固着されている。ケーシングはストラップ138により回転しないように拘束されている。放出プレナム124が、シリンダ132と、リング134と、ケーシング136と、固定ガスケット126との間に形成されている。軸線128を中心に可動プレート106を装着するシャフト48が、ベースプレート34に装着された垂直支柱142の上端に配設されたベアリング140に装着され、カップリング144を介して図示しないモータにより駆動され、これにより、軸線128に沿ったシャフトとプレートの必要な動きが流路の高さを変えることができるとともに、所要の場合に流路116へのアクセスが可能となる。ギャップGの横断面が図10に詳細に示されており、周

囲のプレートの縁部から内方に位置するように図示され、半径方向の拡がりLを有している。次いで、通路はプレナム124内へ円滑に放出するように軸線方向に拡がっている。図7および図8の実施例の通路116もまた、同じ形態を取ることができる。特定の実施例においては、Lの値は0.5乃至5mmであり、好ましくは約1mmである。回転軸線は垂直または水平以外の姿勢も取ることができ、かかる姿勢はミルの動作に影響を及ぼすものでない。

図11は、図6のグラフの結果を得るのに最初に使用された実施例を示し、流路を形成するミルの面102と108はプレート100および106の半径方向の拡がりのほとんどに亘って略平行をなしているので、最小のギャップGは画成されず、かくしてこれらは共形をなしている。従って、全高剪断処理ゾーンは、プレートが十分な速度で互いに相対的に回転している半径方向の位置からプレートの半径方向最外縁部まで延び、一層高剪断の副処理ゾーンは同じ半径方向の拡がりを持し、かくして、これら2つのゾーンは同じ拡がりを持っている。従って、本実施例においては、全高剪断処理ゾーンの流通路の間隔は、自由な超コルモゴロフ渦は抑制され、付勢された準コルモゴロフ渦だけが可能となる一層高剪断

の副処理ゾーンの条件を満たすように十分に小さいものとなる。この場合にも、各表面フィルムは著しく薄くできるので、互いに係合する高粘性の境界層のみから実質上構成することができる。プレートの相対的な回転は、材料が周方向へ引きずられるときに材料の粘度に小さな流体力学的な影響を及ぼし、従って、本実施例においては、変換器はミルの粉碎能力に有利な弾性流体力学的影響を及ぼすことで特に望ましいことがわかった。これは、当初は、相対的な回転により生ずる準コルモゴロフ渦に重畳される、材料における一層小さな準コルモゴロフ渦の変換器振動により直接発生されるものとの前提に立っていたが、上記した説明から、流体力学的影響と弾性流体力学的影響もまた作用することが可能である。固定のミル部材に取着された変換器の同期された同相動作により、強い高周波数の正確な動き即ち変位が生じ、かくして形成されたスクイーズフィルムの弾性流体力学作用により少なくとも最小ギャップGに局所的な粘度の上昇が生ずる。

プレートミルにおいては、粒子は全てリング状の最小ギャップを通過しなければならないので、プレートミルは粒度の低減が必要とされかつ粒度分布の上限が

確実に保持されなければならない場合には、ドラムミルよりも好ましい。本発明の方法と装置を、セラミックスラリの処理に適用した場合について主として説明したが、2つの互いに不溶性または難溶性の液体の均一な混合、液体中に気体を含む材料、特に、微細な粒子材料および液体に対して溶解度の低い材料の溶解、懸濁ビヒクルにおける他の材料の懸濁、特に、湿潤が困難な材料、特に微細な粒子材料の懸濁のような材料の均一な混合にも広く適用することができるのは明らかである。

#### 参照符号の表示

G	流通路の最小ギャップ
H	流通路の最大ギャップ
L	ギャップGの半径方向の拡がり
10	粉末供給ホッパ
12	予備混合回路貯蔵タンク

1 4	分散ビヒクル供給タンク
1 6	予備混合回路循環ポンプ
1 8	予備混合回路 R U M
2 0	R U M 壁プレート
2 2	R U M 超音波変換器
2 4	ドラムミキサ
2 6	フィーダポンプ
2 8	クーラ
3 0	本発明のドラムミル
3 2	本発明のプレートミル
3 4	装置のベースプレート
3 6	中間ケーシング
3 8	外側円筒ミル部材
4 0	ミル部材 3 8 の内面
4 2	ドラムミルの環状流通路
4 4	ミル部材 4 6 の外側面
4 6	内側円筒ミル部材
4 8	ミル部材 4 6 のシャフト
5 0	シャフト 4 8 の水平軸線
5 2	ミルの超音波変換器
5 4 / 5 6	変換器の冷却剤入口 / 出口
5 8	冷却包囲体を形成するカバープレート
6 0 / 6 2	ミル冷却剤導入 / 放出パイプ
6 4	金網インサート
6 6	端部カバープレート
6 8 / 7 0	スラリ導入 / 放出パイプ
7 2	端部プレート 6 6 の孔
7 4	ガスケットシール

7 6	保持ワッシャ
7 8	シャフト 4 8 のベアリング
8 0	ベアリング 7 8 を支持するクロスバー
8 2 / 8 4	クロスバー 8 0 のベアリングポスト
8 6	クロスバーのピボット軸線
8 8	フレキシブルストラップ
9 0	ねじ付きロッド
9 2	圧縮はね
9 4	調整ナット
9 5	駆動カップリング
9 6	ミル部材 4 6 のインサート
9 8	インサート 9 6 のミル処理面
1 0 0	固定円形プレートミル部材
1 0 2	プレート部材 1 0 0 のミル面
1 0 4	部材 1 0 0 の弾性取着リング
1 0 6	回転自在の円形プレートミル部材
1 0 8	プレート部材 1 0 8 のミル面
1 1 0	プレートミルの垂直軸線
1 1 2	ミルの垂直支柱
1 1 4	モータ駆動のミル駆動ヘッド
1 1 6	プレートミル流通路
1 1 8	フレキシブルなパイプ接続体
1 2 0	プレート 1 0 0 の中央孔
1 2 2	スラリの放出プレナム室
1 2 6	プレナム弾性ガasket
1 2 8	水平なミル回転軸線
1 3 0	垂直支柱
1 3 2	弾性シリンダ



1 3 4	鋼製リング
1 3 6	外部ケーシング
1 3 8	拘束ストラップ
1 4 0	ベアリング
1 4 2	垂直支柱
1 4 4	カップリング
1 4 6	溶解器の別の入口
1 4 8	部材36と38との間のカップリング部材
1 5 0	冷却液の通路（図5）
1 5 2	熱交換インサート
1 5 4	液体プール

【图1】

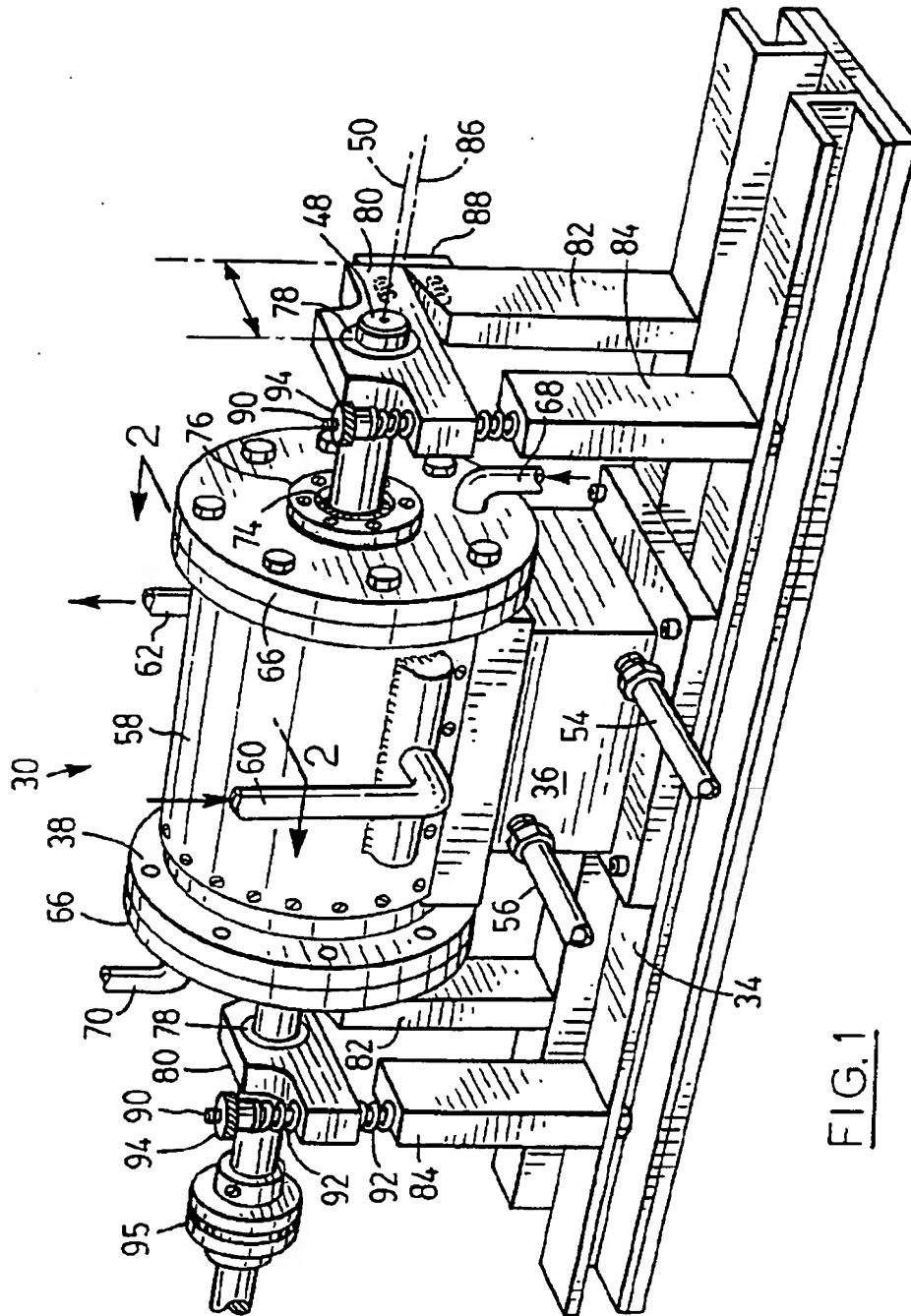
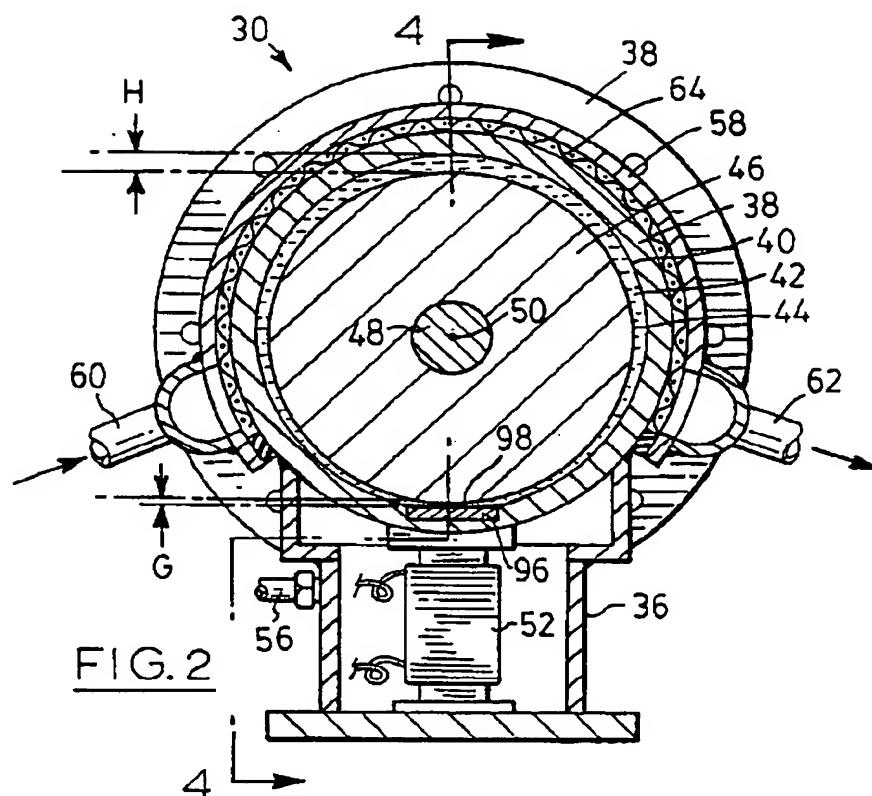
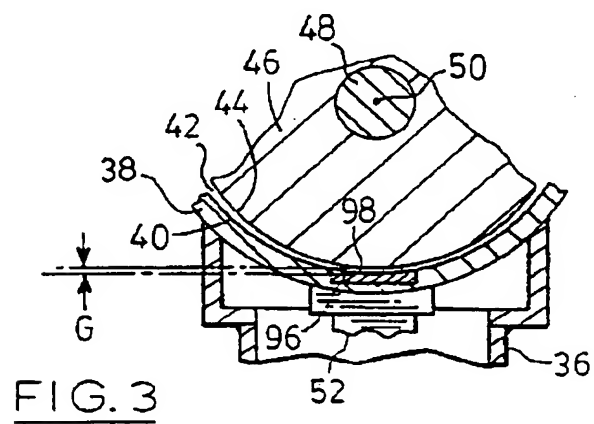


FIG. 1

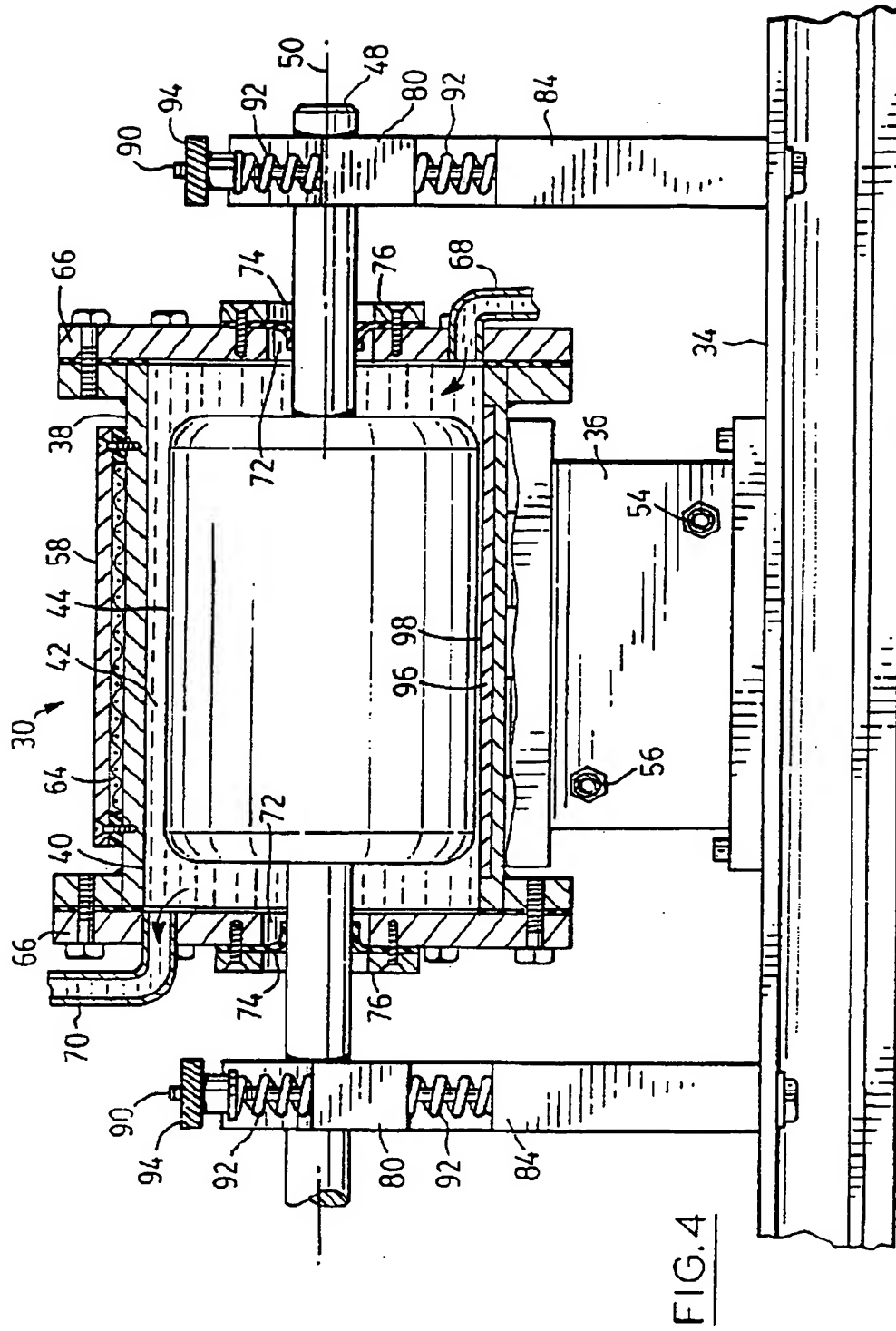
【図2】



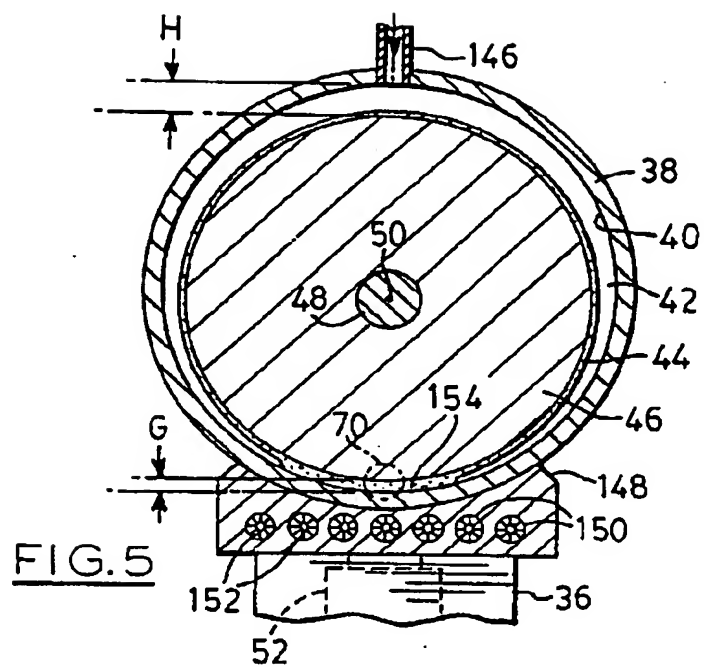
【図3】



【图4】

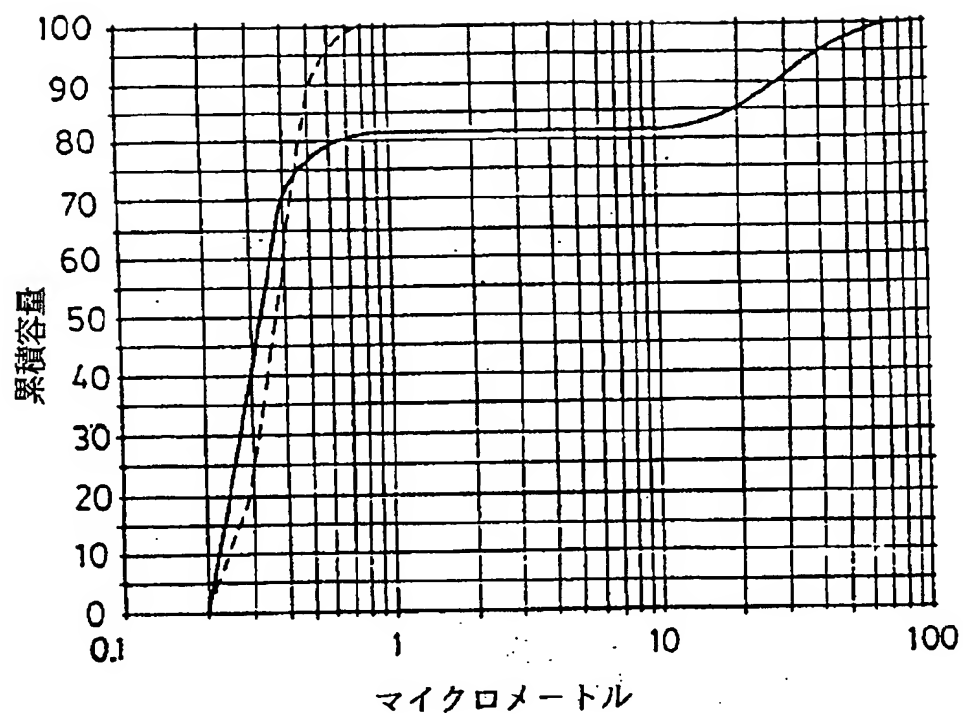


【図5】

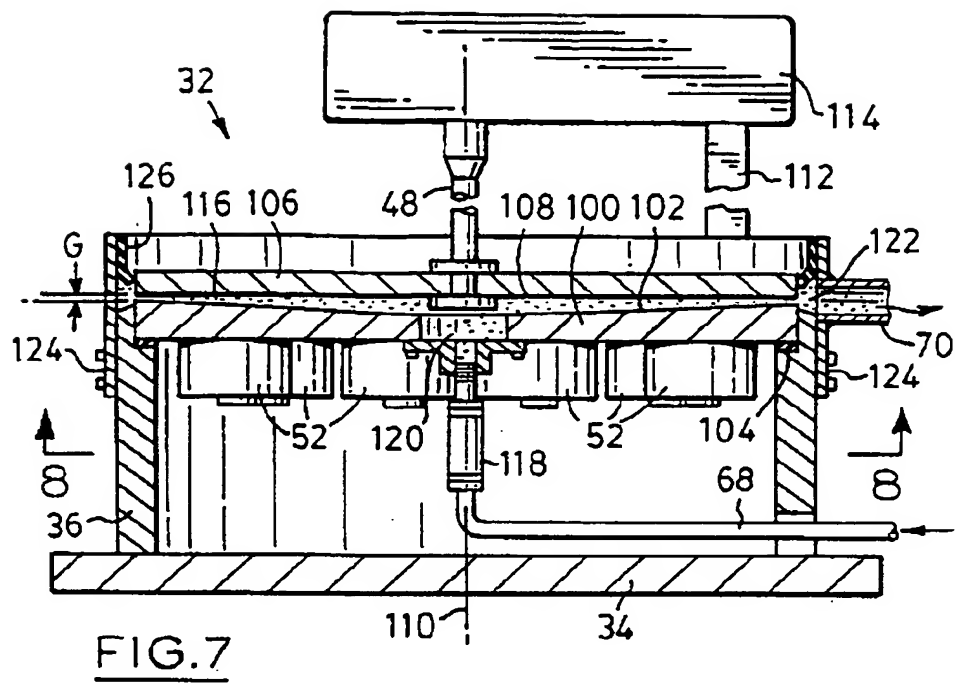


【図6】

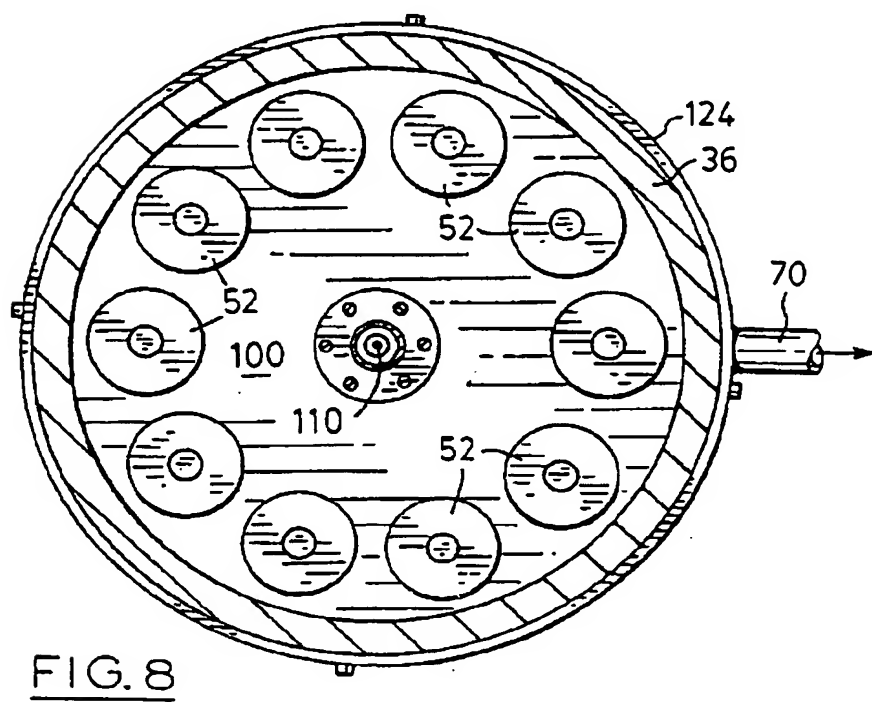
FIG. 6



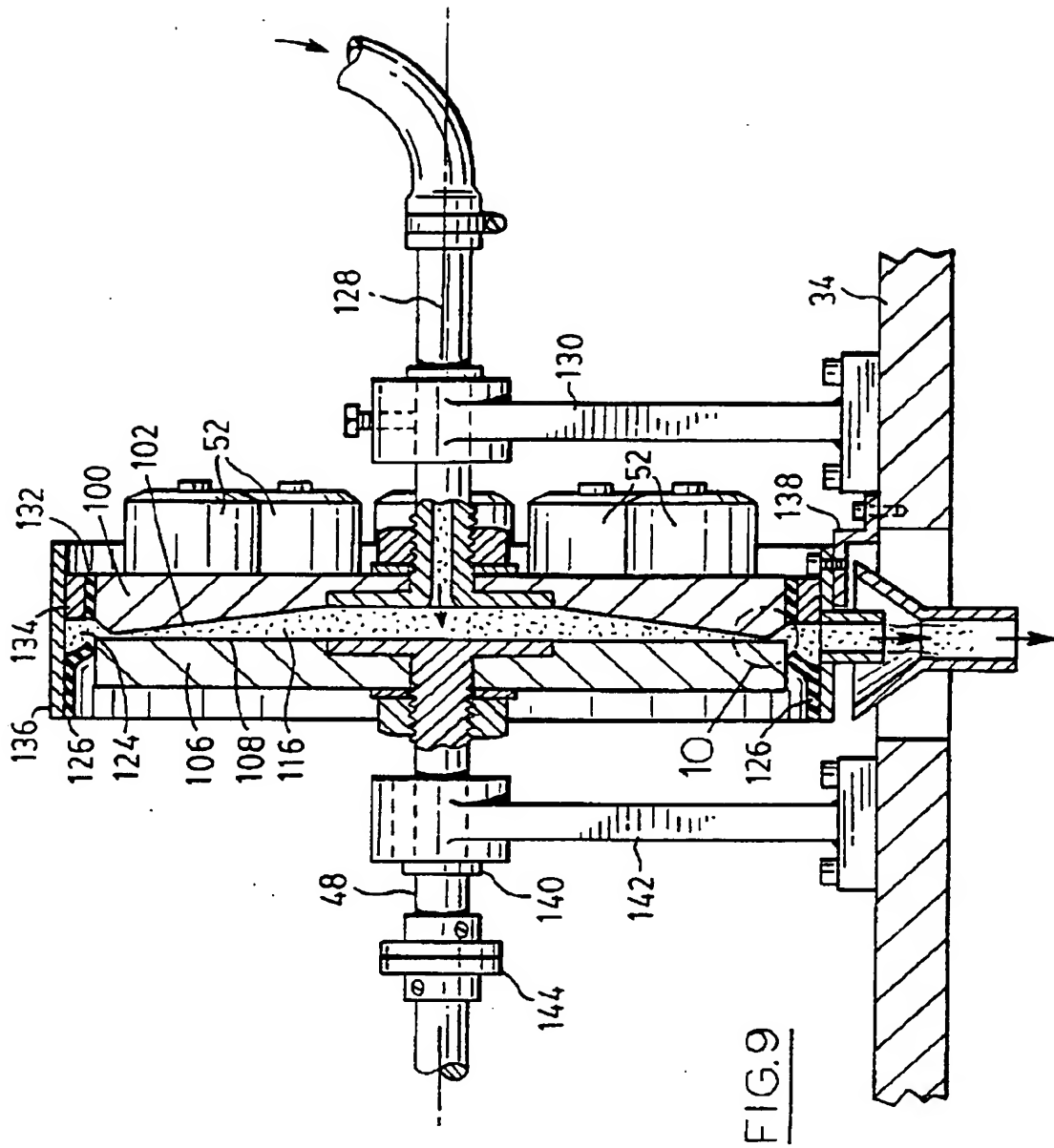
【図7】



【図8】

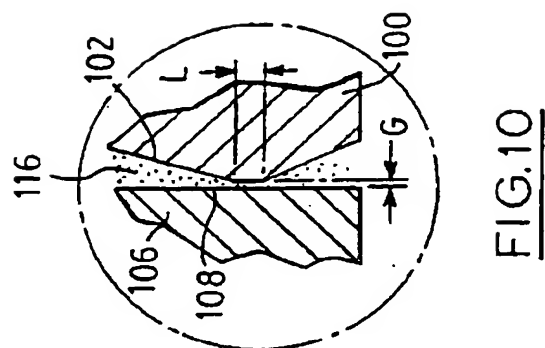


【図9】

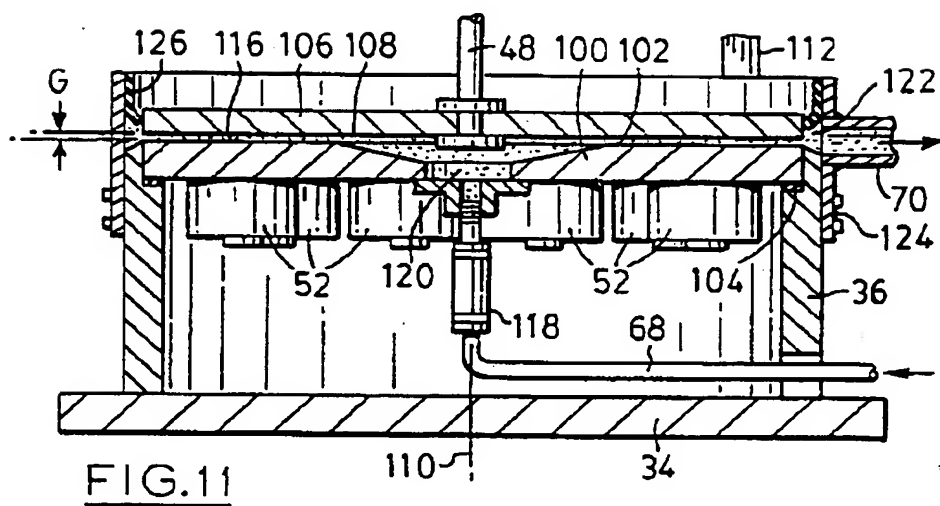




【图10】



【图11】



【図13】

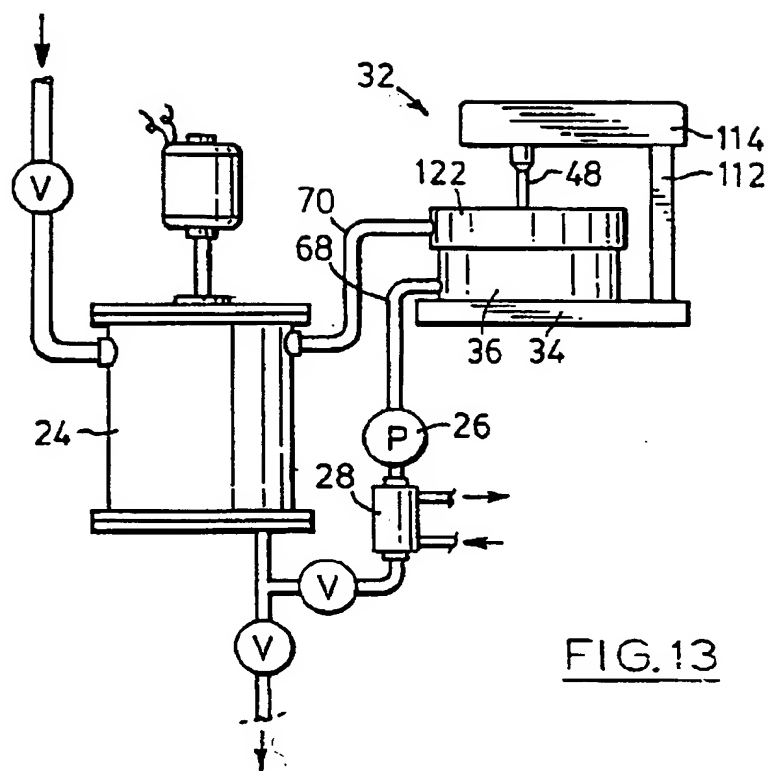
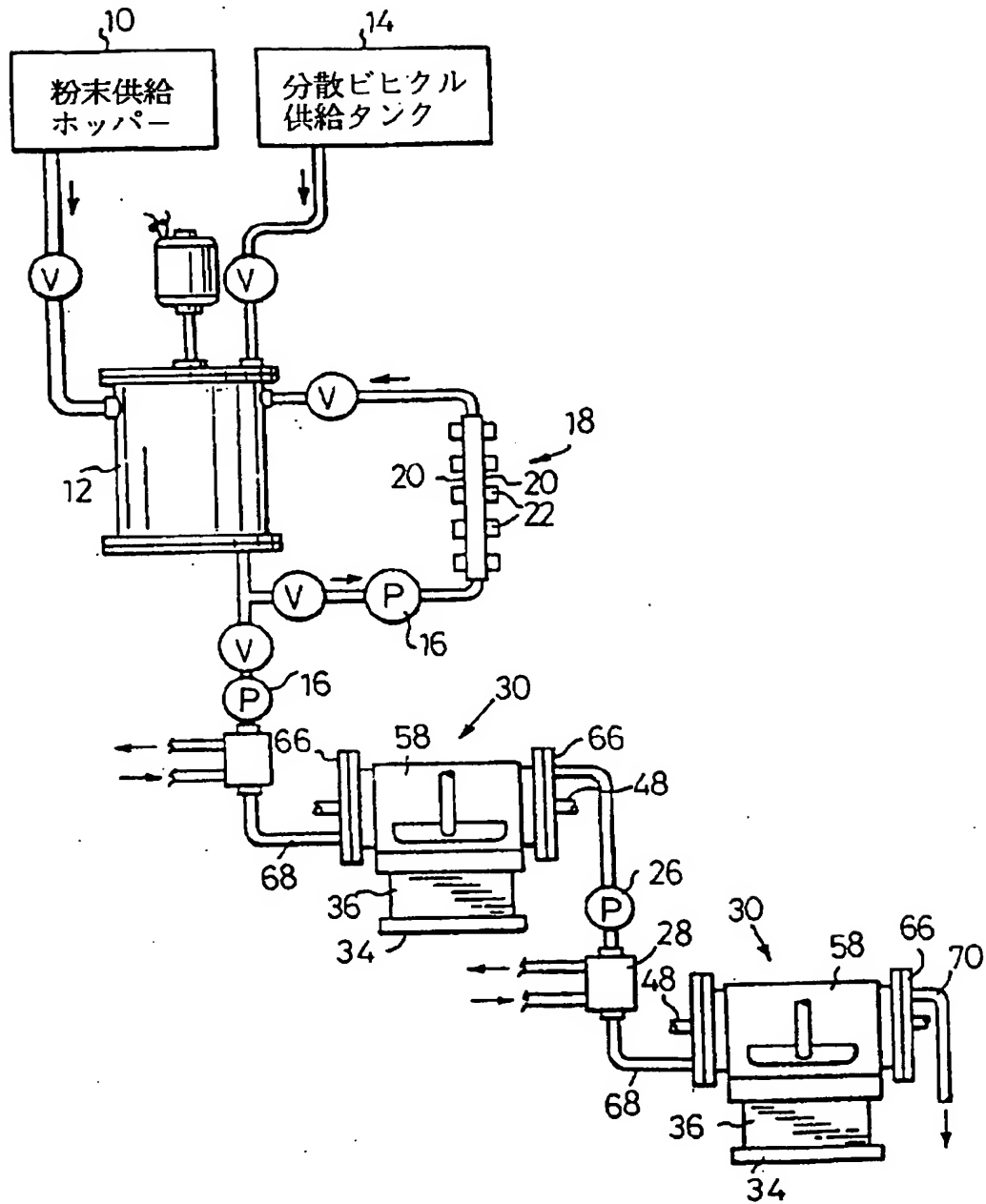


FIG.13

【図 12】

FIG. 12



## 【国際調査報告】

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.  
PCT/US 83/7931

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC(3) :B02C 19/18

US CL :Please See Extra Sheet.

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

U.S. : 241/1, 301, 17, 21, 29, 250, 253, 257.1, 261.1, 261.2, 228, 237

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	DD, A, 220,906 (ENGER) 10 April 1985	
A	US, A, 591,494 (POND) 12 October 1987	
A	US, A, 4,784,218 (HOLL) 15 November 1988	
A	GB, A, 891,152 (WILLEMS) 14 March 1982	

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.
 ☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	* T	later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
* A		document defining the general state of the art which is not considered to be part of particular relevance
* E		earlier document published on or after the international filing date
* L		document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
* O		document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
* P		document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed
	* X	document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
	* Y	document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
	* A	document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

12 October 1993

Date of mailing of the international search report

NOV 17 1993

Name and mailing address of the ISA/US  
Commissioner of Patents and Trademarks  
Box PCT  
Washington, D.C. 20231

Facsimile No. NOT APPLICABLE

Authorized officer

FRANCES CHIN

Telephone No. (703) 308-1148

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

1. national application No.  
PCT/US 93/7931

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER:  
US CL :

241/1, 301, 17, 21, 29, 250, 253, 257.1, 261.1, 261.2, 228, 237

【公報種別】特許法第17条第1項及び特許法第17条の2の規定による補正の掲載

【部門区分】第2部門第1区分

【発行日】平成12年1月18日(2000. 1. 18)

【公表番号】特表平8-500524

【公表日】平成8年1月23日(1996. 1. 23)

【年通号数】

【出願番号】特願平6-506585

【国際特許分類第7版】

B02C 19/10

7/02

【F I】

B02C 19/10

B

7/02

# 予 続 補 正 書

平成11年8月31日

特許庁長官 伊佐山 建志 殿

1. 事件の表示 平成6年特許第506585号

2. 補正をする者

生 所 アメリカ合衆国93030カリフォルニア州・オキナード、  
イーストリッジ・トレール、2188

名 義 ホール、リチャード・エー。

3. 代 理 人

居 所 〒106-0001東京都港区虎ノ門1丁目4番4号  
川村ビル4階 電話(3508)0593時

氏 名 (9117) 丹波士 英 師 務

4. 補正対象書類名 明細書、請求の範囲

5. 補正対象項目名 (1) 明細書の図面の説明の欄  
(2) 請求の範囲

6. 補正の内容

(1) 明細書(図面の説明)第5頁第17行目に

「プリントミルの図8の7-7線垂直面方横断面図であり、」とあるを

「プリントミルの垂直面方横断面図であり、」と補正する、

(2) 請求の範囲を別紙のとおり補正する。

## 補 正 の 範 囲

1. それぞれのミル部材(それぞれ38、46または100、106)によって提供される2つの接近して離隔配置された通路面(それぞれ40、44または102、108)間に固定され、入口(66)と出口(70)とを有する通路(42または116)により構成される通路に処理されるべき材料を流れ方向に通過し、一方が流体である少なくとも2つの成分からなる流動性材料の高剪断処理方法において、

通路は、通路面(40、44または102、108)間の間隔が流動材料の最小のコルモゴロフ橋の直径より大きい自由なコルモゴロフ橋と、最小のコルモゴロフ橋の直径よりも小さい付勢された準コルモゴロフ橋とを共存させることができる全高剪断処理ゾーンを有し、

全高剪断処理ゾーンは、材料の通過の際に自由な準コルモゴロフ橋が形成される一層高剪断の副処理ゾーンを提供するように通路の間隔が全高剪断処理ゾーンの残りの部分よりも小さくなっている部分を少なくとも有し、

材料が全高剪断処理ゾーンを動いているときにミル部材が互いに相対的に動かされてミル通路面(40、44または102、108)を流れ方向と交差する方向へ、流体フィルムを相対的に動く通路面(40、44または102、108)に接触保持しながらマイクロおよびサブミクロンのスケールで材料を処理するように準コルモゴロフ橋と準コルモゴロフ橋の同時形成を付勢するような相対速度で互いに相対的に動かすことにより、処理材料をできるだけ均一にし、

かかる相対的な動きが非点流状態を保持しながら付勢された準コルモゴロフ橋だけを一層高剪断の副処理ゾーンにおいて形成することを特徴とする流動性材料の高剪断処理方法、

2. 一層高剪断の副処理ゾーンは通路面の間隔が流動材料に流体力学的圧力を形成するように徐々に減少して材料の粘度を局所的に上昇させることにより処理作用を高めるように通路面(40、44または102、108)間に最小間隔のギャップ(G)を有することを特徴とする請求の範囲第1項に記載の方法、

3. 全高剪断処理ゾーンは更に、通路面の間隔を徐々に大きくする通路面(40、44または102、108)間に最大間隔のギャップ(H)を有し、通路面間

の相対的な動きにより通路面の流動材料の横断面の厚さのサイクル変化が生ずることを特徴とする請求の範囲第1項に記載の方法。

4. ギャップGにおける接近して離隔配置された通路面(40、44または102、108)間の間隔は1マイクロメートル乃至5mmの範囲にあり、ギャップHにおける接近して離隔配置された通路面(40、44または102、108)間の間隔は2mm乃至2cmの範囲にあることを特徴とする材料およびまたはキャリヤ液体の成分の混合物の混合に使用する請求の範囲第3項に記載の方法。

5. 全高剪断処理ゾーンにおける接近して離隔配置された通路面(40、44または102、108)間の間隔は0.1乃至500マイクロメートルの範囲にあることを特徴とする請求の範囲第1乃至3項のいずれか1項に記載の方法。

6. 一層高剪断の副処理ゾーンにおける接近して離隔配置された通路面(40、44または102、108)間の間隔は相対的に動く通路面に被覆する液体フィルムが両者間に中間層なしに互いに相互作用を行なうように定められることを特徴とする請求の範囲第5項に記載の方法。

7. 一層高剪断の副処理ゾーンにおける接近して離隔配置された通路面(40、44または102、108)間の間隔は材料が粉砕されるべき最大粒度であることを特徴とするキャリヤ液体に運行された固体粉末材料の粉砕に使用する請求の範囲第5または6項に記載の方法。

8. 縦の正力振動が、液体フィルムにおける弾性流体力学スクイーズフィルム作用による局所粘度の増加が材料において生ずることにより処理作用を高めるように全高剪断処理ゾーンにおける通路の壁に印加されることを特徴とする請求の範囲第1乃至3項のいずれか1項に記載の方法。

9. 鋼板フレーム(34)と。

鋼板フレーム(34)に設置され、かつ、入口(68)と出口(70)とを有し処理されるべき材料を流す通路を形成する流通路(それぞれ42または116)を形成するように互いに接近して離隔配置された第1および第2の通路面(40、44または102、108)を提供する第1および第2のミル部材(38、46または100、106)とを備え、一方が液体である少なくとも一つの成分からなる流動性材料の高剪断処理装置において、

流通路は、通路面(40、44または102、108)間の間隔が流動材料の最小のコルモゴロフ長の直径よりも大きい自由な超コルモゴロフ溝と、最小のコルモゴロフ長の直径よりも小さい付勢された準コルモゴロフ溝とを共存させることができる全高剪断処理ゾーンを有し、

全高剪断処理ゾーンは、材料の通過の際に自由な超コルモゴロフ溝が形成される一層高剪断の副処理ゾーンを提供するように通路の間隔が全高剪断処理ゾーンの残りの部分よりも小さくなっている部分を少なくとも有し、

ワーク手段がミル部材(46または106)の少なくとも一方に接続され、第1および第2の通路面(それぞれ44または108)を流れ方向と交差する方向へ、液体フィルムを相対的に動く通路面(40、44または102、108)に被覆保持しながら超ミクロンおよびサブミクロンのスケールで材料を処理するように超コルモゴロフ溝と準コルモゴロフ溝との同時形成を付勢するような相対速度で互いに相対的に動かすように部材を動かすことにより、処理材料をできるだけ均一にし、

かかる相対的な動きが非弾性変形を保持しながら付勢された準コルモゴロフ溝だけを一層高剪断の副処理ゾーンにおいて形成することを特徴とする流動性材料の高剪断処理装置。

10. 一層高剪断の副処理ゾーンは通路面の間隔が流動材料に流体力学的圧力を形成するように徐々に減少して材料の粘度を局部的に上昇させることにより処置作用を高めるように流通路(40、44または102、108)間に最小間隔のギャップ(G)を有することを特徴とする請求の範囲第1項に記載の装置。

11. 全高剪断処理ゾーンは更に、通路面の間隔を徐々に大きくする通路面(40、44または102、108)間に最大間隔のギャップ(H)を有し、通路面間の相対的な動きにより通路面間の流動材料の横断面の厚さのサイクル変化が生ずることを特徴とする請求の範囲第10項に記載の装置。

12. ギャップGにおける接近して離隔配置された通路面(40、44または102、108)間の間隔は1マイクロメートル乃至5mmの範囲にあり、ギャップHにおける接近して離隔配置された通路面(40、44または102、108)間の間隔は2mm乃至2cmの範囲にあることを特徴とする材料およびまたは

はキャリヤ液体の成分の混合物の混合に使用する請求の範囲第11項に記載の装置。

13. 全高剪断処理ゾーンにおける接近して離隔配置された通路面(40、44または102、108)間の間隔は0.1乃至500マイクロメートルの範囲にあることを特徴とする請求の範囲第12項のいずれか1項に記載の装置。

14. ミル部材(38、46または100、106)は接近して離隔配置された通路面(40、44または102、108)間に相当する0.5乃至200メートルの相対線速度を形成するようにワーク手段により動かされることを特徴とする請求の範囲第13項のいずれか1項に記載の装置。

15. ミル部材(38、46)は、固定された中空外側シリンドラ(38)と、長手方向の回転軸線(50)を中心に回転するように固定中空外側シリンドラ内に取付けられた回転自在の外側シリンドラ(46)であり、2つのシリンドラは回転軸線と交差して互いに相対的に動いて2つの対向する流通面(40、44)間の間隔を変えるように取付けられていることを特徴とする請求の範囲第13項のいずれか1項に記載の装置。

16. ミル部材(38、46)間の一層高剪断の副処理ゾーンは、固定中空外側シリンドラ(38)の内面(40)の平坦面(38)と回転自在の内側シリンドラ(46)の内側面(44)との間に形成されて2つの面(44、98)の収束を高めることを特徴とする請求の範囲第15項に記載の装置。

17. ミル部材(100、106)は中心を通る共通の回転軸線(110または112)を中心に互いに相対的に回転するように取付けられ、通路面(40、44または102、108)は2つのプレートの対向する表面によって形成され、プレートはまた回転軸線に沿って互いに相対的に動いて2つの対向面間の距離を変えるように取付けられていることを特徴とする請求の範囲第15項のいずれか1項に記載の装置。

18. ミル部材の通路面(102、108)は平型でありかつ互いに平行をなすことにより、全高剪断処理ゾーンと一層高剪断の副処理ゾーンは互いに近接し合有することを特徴とする請求の範囲第17項に記載の装置。

19. 少なくとも一つの縦の圧力振動を生ずる変換器(52)が、液体フィルム

における弾性流体力学的スクイーズフィルム作用により材料の局所粘度を増加させることにより処置作用を高めるために縦の圧力振動を材料に印加するように、全高剪断処理ゾーンの流通路の壁に接続されていることを特徴とする請求の範囲第13項のいずれか1項に記載の装置。

20. 少なくとも一つの縦の圧力振動を生ずる変換器(52)が、付勢された準コルモゴロフ溝を材料に形成することにより処理作用を高めるために縦の圧力振動を材料に印加するように全高剪断処理ゾーンの流通路の壁に接続されていることを特徴とする請求の範囲第13項のいずれか1項に記載の装置。

21. ミル部材(38、46または100、106)の接近して離隔配置された通路面(40、44または102、108)は1乃至5の範囲の、 $M=F/R$ で表わされるMを有し、Fは通路面のフィルムの厚さであり、Rは表面粗さであることを特徴とする請求の範囲第13項のいずれか1項に記載の装置。

22. 接近して離隔配置された通路面(40、44または102、108)は略なしに水平仕上げ以上であることを特徴とする請求の範囲第11項に記載の装置。